



The Department of Public Instruction, Bombay.

---

# SCIENCE PRIMERS

IN  
GUJARATI.

---

## PHYSICAL GEOGRAPHY

BY  
PROFESSOR A. GEIKIE

TRANSLATED INTO GUJARATI

BY  
**RAO SÂHEB MAHIPATRAM R. NILKANTH,**  
GUJARATI TRANSLATOR, EDUCATIONAL DEPARTMENT.

---

3,000 Copies.

---

*Registered for Copy-right under Government of India's  
Act XXV. of 1867.*

---

**B o m b a y :**

GOVERNMENT CENTRAL BOOK DEPÔT.

---

1880.

[ All rights reserved. ]

---

*Price Ten Annas.*

१३८६

BOMBAY :

PRINTED AT THE "NIRNAYA-SAGAR " PRESS.

मुंबई इलाकाचुं सरकारी केळवणी खातुं.

## विद्याप्रवेशग्रंथावलि.

गूजरातीमां.

ग्रंथ १.

### भूतळ विद्या.

प्रोफेसर गीकीकृत इंग्रजी पुस्तकपरथी,  
गूजरातीमां भाषांतर करनार  
राव साहेब, महीपतराम रूपराम नीलकंठ,  
गूजराती ट्रान्स्लेटर, एज्युकेशनल दीपार्तमेंत.

३,००० प्रत.

सने १८६७ ना २५ मा आकत मुजब आ पुस्तक नोंधाव्युं छे.

मुंबई.

गवर्नमेंत सेंत्रल बुक दीपो.

सने १८८०.

आ पुस्तकसंबंधी सर्वे अधिकार सरकारे स्वाधीन राख्या छे.

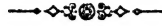
कीमत दस आना.

१३५

मुंबई.

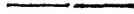
“ निर्णयसागर ” छापखानां छाप्युं.

## અનુક્રમણિકા.

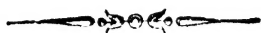


	કલમ.	પૃષ્ઠ.
ઉપોદ્ઘાત. ....	૧- ૧૬	૧
પૃથ્વીની આકૃતિ .....	૧૭- ૨૬	૮
રાત્રિ દિવસ. ....	૨૭- ૩૮	૧૩
વાયુ:—		
૧. વાયુ જ્ઞાનો બન્યો છે ?.....	૩૯- ૪૪	૧૬
૨. વાયુની ઉષ્ણતા અને શીતલતા. ....	૪૫- ૬૦	૧૯
૩. વા મરમ થાયછે અથવા ટાઢો પડેછે ત્યારે શું બનેછે—પવન કે વાયરો.....	૬૧- ૬૯	૨૪
૪. વામાંની વરાલ—બાષ્પભવન અને સંકોચન ઘટલે વરાલતું થવું અને સંકોચાવવું.	૭૦- ૮૧	૨૮
૫. જ્ઞાકલ, ધૂમસ, અને વાદળાં. ....	૮૨- ૮૯	૩૨
૬. વરસાદ અને બરફ ક્યાંથી આવેછે ? ...	૯૦- ૯૭	૩૬
સારાંશ. ....	૯૮	૪૦
જમીનપર પાણીનું ભ્રમણ:—		
૧. વરસાદતું શું થાયછે ? .....	૯૯-૧૦૭	૪૦
૨. ફરણ કે ફરા શી રીતે બનેછે ?.....	૧૦૮-૧૧૬	૪૪
૩. જમીનની નીચે પાણીની કૃતિ.....	૧૧૭-૧૨૫	૪૮
૪. પૃથ્વીના પૃષ્ઠનો ક્ષય શી રીતે થાયછે ?...	૧૨૬-૧૪૨	૫૩
૫. પર્વતોના ધરી પહેલા ભાગોનું શું થાયછે ? સ્વેતરની જમીન શી રીતે બનેછે ? ...	૧૪૩-૧૫૩	૬૦
૬. નદીનાળાં—તેમની ઉત્પત્તિ કે મૂળ. ...	૧૫૪-૧૬૮	૬૪

	કલમ.	પૃષ્ઠ.
સારાંશ.....	૧૬૪	૭૦
૭. નદીનાળાં-તેમની કૃતિ. ....	૧૭૦-૧૮૨	૭૧
૮. હિમશ્લેષ અને બરફનો મોટો પટ કે ગ્લે- શિયર. ....	૧૮૩-૨૦૩	૭૮
સાગર:—		
૧. સાગર અને ભૂમિનો સમુદાય. ....	૨૦૪-૨૧૧	૮૯
૨. સાગરનું પાણી શા માટે સ્વાદુ છે ?.....	૨૧૨-૨૧૬	૯૧
૩. સાગરની ગતિઓ. ....	૨૧૭-૨૩૨	૯૩
૪. સાગરનું તલ્લિયું. ....	૨૩૩-૨૫૧	૯૯
પૃથ્વીની અંદરની બાજુ. ....	૨૫૨-૨૬૫	૧૦૬
સમાપ્તિ. ....	૨૬૬-૨૬૮	૧૧૩



# વિદ્યાનાં મૂલતત્ત્વો.



## મૂલતત્ત્વો.

### ઉપોદ્ઘાત.

૧. ધારાં કે વસંત ઋતુ છે, તમે ગામડામાં છો, અને ગામથી એક ગાઉપર નદી છે તેને કાંઠે આવતો કાલે ગામના લોક ડાકળી જવાના છે. ગામનાં છોકરાં અનેક પ્રકારની રમતો નદી તીરે રમવાના મનસુબા કરેછે; જોડે લઈ જવાને ગામનાં બૈરાંમાંના કોઈ સાંજરે લાહુ કરેછે, કોઈ પુરોઓ કરેછે, કોઈ શીરો કરેછે, કારેલાં, મીંઢા વગેરે શાક તલ્લે છે, મજીઆં કરેછે, કોઈ કાંઠે રાંધવાનું સીધું તૈયાર કરેછે; ગામના માયડા પોતપોતાના બઢાને લાગેલાં છાળ ધોઈ સાફ કરેછે, શિંગડે તેલ લગાડે છે, ને ગાડી ગાડાં તૈયાર કરેછે. એમ તૈયારી કરી રાત્રે હરખમાં સૂતા. મોટે પરોડીએ ડાકળી માયડા ગાડીઓ જોડેછે, માયડીઓ સજ થાયછે, ને છોકરાં આનંદમાં દોડા-દોડ કરેછે, તેવામાં વરસાદ થવાનાં ચિન્હો જણાયાં. મધરાતથી વાદળાં થવા માંઝ્યાં હતાં તે વધી સવારે છાંટા થવા લાગ્યા. માવડું છે તે દહાડો ચઢતાં ધોડીવારે બંધ પડશે એમ ધારી સર્વે નીકળવાને તત્પર થઈ બેઠા. પણ વરસાદનાં ફોરાં વધ્યાં. સૂરજ ડાકળો પણ તડકો પડ્યો નહિ; મેઘાડંમર સૂબ ચઢ્યો, વાદળાંમાં મારે ગર્જના થવા લાગી, ને મૂસલધારે વરસાદ વરસ્યો. ડાકળી જવાને તૈયાર થઈ બેઠેલા લોક અકબાયા; બપોર થયા પણ વરસાદ નરમ



પચ્ચો નહિ. ગામમાં અને આસપાસ મોટા વહેલા વેગથી વહેવા લાગ્યા. નિરાશ થઈ ગાંસડા પોટલાં છોડી લોક 'બીચારા ઘેર જમ્યા. જે મક્ષા ભોગવવાની સર્વ ધારી હતી તે મનમાં રહી.

૨. ધારેલી મોજ મક્ષા ભોગવવાની તૈયારીમાં હતા તેવામાં એ રીતે તમે નાઝમેદ થયા એ બેશક સ્વેદકારક છે. પરંતુ આ માવઠાનો કંઈ બદલો મળી શકે છે કે નહિ તે જોઈએ. પાછલે પહોરે વાદળાં વેરાવવા લાગી વરસાદ બંધ પડે છે. તમે બહાર જવાને યુક્ત છો, માટે આપણે સર્વ ફરવા નીકળી પડીએ. રસ્તામાં કીચડવાળા પાણીનું વહેણ હજુ ચાલ્યું જાય છે. પાણી ન નહે તેવે માર્ગે હું તમને તેડી જાઉં. એ વાટે નદીએ જઈશું. રસ્તા હજી ખીના છે. આ સાંકડી નેલ ઝંચાળમાં છે તેની બેઝ બાજુએ ઝાઝોપરથી પાણી ટપકે છે. આવો, આ ટેકરે ચઢીએ. એપરથી નીચે નદી દેખાય છે ; ત્રણ પહોરના ભારે વરસાદથી કેટલો બધો ફેરફાર થયો છે ! ગઈ કાલે નદીમાં પાણી એટલું તો થોડું અને નિર્મલ હતું કે તે માંહેલા પથરા તમે જોઈ શકતા. પરંતુ આજે જુઓ. બેઝ કરાહા ભરપૂર છે, અને મેલું પાણી ઉતાવળું વહું જાય છે. વહેણ અગાડી ચાલ્યું જાય છે, ને તેમાં અસંખ્ય પાંદડાં અને ઢાઢીઓ સપાટી ઉપર તરતાં દેખાય છે. કોઈ કોઈ મોટી ઢાઢીઓ કે આશ્વાં થડ પૂરમાં તળાતાં આવે છે. લાકડાં, ઘાસ, પાટીઆં, વઢીઓ, વગેરે તળાયાં જાય છે. નદીનું પાણી કાંઠાપર વહી આસપાસનાં સ્વેતરોને અને ગામોને કેટલું નુકસાન પહોંચ્યું છે તે દર્શાવે છે.

૩. પાણીનો મસ્ત ધસારો અને તેમાં ઘસડાઈ જતી અનેક વસ્તુઓ નીહાલતા આપણે થોડીવાર અહીં ઝમા રહીશું. હવે કદાસ તમે એમ ધારશો કે આ મેલાં પાણીનું મોટું પૂર ઝડપે જાય તે વેગથી વહું જાય છે તે મહાન દેખાવ છે, અને ઝાણીની મક્ષા

गुमावो तेनो बदलो ठीक मळयो. हवे ए देखाव तमारा मनमां ताजो छे तेटलाबां ते संबंधी थोडाक सादा प्रश्न तमे तमारा मनने पूछशो तो तमाराथी गमत करवा नहि जवायुं माटे दिलगीर नहि थवानां वधारे कारणो कदाच तमने मळशे.

४. प्रथम तो आटलुं बधुं वधारे पाणी नदीमां क्यांथी आवेछे? तमे कहोछो के ए वरसादतुं पाणी छेतो ठीक, परंतु ए बधुं आ पहोळी नदीमांज केम आवेछे? वरसादतुं पाणी कोई पण नदी बनाव्या सिवाय जमीन परथी केम वही जतुं नथी?

५. वळी वरसाद क्यांथी आवेछे? काले सांजे आकाश निर्मळ हतुं; रातमां वादळ्यं चढी आव्यां, अने सवारे वरसाद आव्यो, अने तमे कहोछो के वादळ्यंने लीधेज वरसाद आव्यो. परंतु वादळ्यंने कोई ठेकणेशी पाणी मळवुं जोईए. वादळ्यां वरसाद भेगो करो पृथ्वीपर पबैवा देखे तेतुं शुं कारण?

६. श्रीजुं, नदीतुं वहेण अमुक दिशामां केम थायछे? नदीमां पाणी थोडुं हतुं अने पत्थरा अने कांकरीपर थईने तमे पेल पार जई शकता त्यारे नदीनो प्रवाह थोडो हतो, तोपण साफ जणातो हतो. निरंतर एकज दिशामांथी पाणीनो प्रवाह जतो तमे जोता हता. हवे कछुंठा पाणीथी नदी भरपूर छे त्यारे पण प्रवाहनी दिशा तेनी तेज तमे जुओ छे. आम होवातुं कारण तमे कही शकशो?

७. वळी गई काले पाणी स्वच्छ हतुं, आजे नठारं मेलुं देखाय छे. आ गंदा पाणीमांथी थोडुंक तमे घेर लई जई आखी रात वासणमां भरी मूकशो तो बीजे दिवसे ते निर्मळ देखाशे अने वासणने तळीए कादवनो झीणो थर बाझेलो मालूम पडशे. माटे कादवने लीधेज पूरवाळी नदीना पाणीनो रंग बदलाय छे. परंतु

એ કાદવ ક્યાંથી આવ્યો ? ભારે વરસાદ અને તેથી આવેલા પૂરની જોડે તેનો કાંઈક સંબંધ છે એ સ્પષ્ટ જણાય છે.

૮. અન્ન નદીમાં થોડું પાણી હોય છે ત્યારે તથા પૂર આવ્યું હોય છે ત્યારે તેનું વહેણ તેની તેજ દિશામાં છે, અને જેનીમર એ પાણી વહે છે તેનીમર તેમાંનો કાદવ કચરો ઘસડાયો જાય છે. આ ટેકરા ઉપર બેઠી ફીણવાળાં પાણી વમલ કરતાં દોડે છે તે જોઈએ છીએ ત્યારે એવાં સવાલ ઊઠે છે કે જલ અને કાદવનો આ મોટો જથો ક્યાં જતો હશે, અને જ્યાં જાય છે ત્યાં એનું શું થતું હશે ?

૯. તમે જાણો છો કે આ દેશમાં જે સેંકડો નદીઓ વહે છે તેમાંની આ માત્ર એક છે, અને બીજા દેશોમાં હજારો બીજી છે. આજે આપણે જે આ નદીમાં થતું જોઈએ છીએ તે બધું તે સઘડીમાં થાય છે. ભારે વરસાદ વરસે છે ત્યારે તે સર્વમાં રેલ આવે છે; તેઓ સર્વે નીચાણ ભળી વહે છે; અને બધીઓ વધારે કે ઓછો કાદવ તાણી જાય છે.

૧૦. હવે ઘરભળી હીંદો. આજના અનુભવથી જે બીનાઓ જાણવામાં આવી તેમાંની મુખ્યનું પુનર્ગવર્તન માર્ગમાં કરતાં જઈશું. આપણે જોયું કે વસ્તે આકાશ નિર્મલ અને આસ્માની રંગનું હોય છે, ને સૂરજ પ્રકાશી તપે છે; કોઈ વાર આકાશમાં વાદળાં ચઢી આવે છે અને જ્યારે તેઓ ઘણાં એકઠાં થાય છે ત્યારે વરસાદ થવાનો સંભવ છે. આપણે જોયું કે નદીનાં પાણી વહે છે; ભારે વરસાદ પડ્યાથી નદીમાં પૂર આવે છે, અને પૂર આવ્યાથી પાણી કચરાડું થાય છે. એપરથી આપણે શીશ્યા કે આપણી ડુંચેના આકાશમાં અને નીચેની પૃથ્વીની વચ્ચે ઘાડો સંબંધ છે. ગઈ કાલે સાંજે કોઈ કાંઈ વાદળ આવવા માંડ્યું તેમાં કાંઈ આપણને દમ જણાયો નહિ, પરંતુ આજ સાંજસૂધીમાં તો એ વાદળાં એ મોટી રેલ આણી, જેથી

झाड़ो तळोएथी उखडी तणायां जायछे, खेहुतोनां झंपडां अने खं-  
तरांनो पाक घसडाई आवेछे. एवी रेलोथी पूल भांगे छे. गामडांमां  
अने शहेरोमां मीलकतने भारे नुकसान लायेंछे अने मणसनां जा-  
ननी हानी थायछे.

११. पण तमे जो कोई शहेरना रहीश हो अने में वर्णव्या तेवा  
गामडांमां बनता बनाव तमारा जोवामां न आव्या होय वो सहज  
तमने एमां रस न ऊपजे. परंतु शहेरनी शेरीओमां पण वरसाद  
अने वहेळाविषे घणुं शिखी सकाय. थोडुं वरसादनुं पाणी वासणमां  
झीलशो तो ते नींतयुं देखासै. पण नीकमां अने मार्गमां भारे  
वरसाद वेळा पाणी बहे छे ते केटलुं कचराळुं देखायछे ! रस्तानी  
धूल पाणी जोडे मळी घसडाई जायछे. ए रीते दरेक नीकमां ने  
रस्तामां रेल आवी होय तेम देखाय छे. नदीमां जेम लाकडां अने  
झाड़ो तणाई जायछे तेम शेरीओमां पहेलां घासनां तणखलां, राडां,  
लाकडांना कडका, वगेरे रखडती वस्तुओ नीकोमां के रस्तापर  
बहेता पाणीमां जतां तमे जोशो. आकाशमां थता फेरफारोथी  
पृथ्वीपर केवा फेरफार थायछे तेनुं ज्ञान शहेरमां पण तमने एपरथी  
धई सके.

१२. तमे थोडीवार विचार करशो तो हररोजना साधारण ब-  
नावोनो परस्पर जे रीते संबंध थयेलो छे तेनां घणां दृष्टांतो तमने  
याद आवशे. तमे नानपणथी तडको, वादळां, पवन, वरसाद,  
झाकळ, नदीओ, रेल, वगेरे जुओ छो तेजी तेओ एटला साधारण  
धई गयाछे के तेओनेविषे तमे कदी विचार करता नथी. तेओ  
जेवां छे तेनाथी कोई पण रीते भिन्न तमे तेमने कल्पी सकता  
नथी. खरे तेओ एटलां स्वाभाविक अने आवश्यक दीसे छे के  
तेमनां कारण आपवानुं कोई तमने कहे छे तयारे तमने विस्मय

લાગેછે. જે દેશમાં કદી વરસાદ વરસ્યોજ ન હોય તે દેશમાં અવ-  
તરી તમે આંખો જન્મારો ત્યાં કાઠશો હોય અને ત્યાંથી તમને આ  
દેશમાં તેઢી લાવે તેવામાં વરસાદનું તોફાન આપણે જોયું તેવું તમે  
દેશો તો શું તમને નવાઈ નહિ લાગે અને એ શું અને એનું કારણ શું એમ  
તમે સહજ પૂછશો કે નહિ? અથવા ધારો કે આપણા આ ગરમ દેશ-  
માંથી કોઈ છોકરો શિયાળામાં ઇંગ્લાંડમાં કે બીજા ઠંડા દેશમાં જઈ  
બરફ પડતો પ્રથમજ જૂએ, અને નદીઓ સજડ ઠરી ગયેલી દેખે  
તો તે શું ઘણું વિસ્મય પામશે નહિ? બરફ એટલે શું, જમીન શા  
માટે આટલી કઠણ છે, શા કારણથી હવા એટલી બધી ટાઢી છે,  
અને વહેલાઓનો પ્રવાહ નહિ ચાલતાં પાણી ઠરી ગયેલું છે તેનું શું  
કારણ એ પ્રશ્નો પૂછે તો તમે તેના ઉત્તર આપી શકશો ?

૧૩. તથાપિ એ બનાવો ત્યાં સાધારણ છે, એટલે હમેશ બને છે,  
અને તેઓ સંબંધી એ સવાલો છે. એ વિષે તમે વિચાર કરશો તો  
તમે ધારતા હતા તેમ એના જવાબ જાણ સૂઝે એમ નથી એવું તમારા  
લક્ષમાં આવશે. કોઈ વસ્તુ સાધારણ છે તેથી તેમાં કાંઈ શિખવાનું  
નથી એમ તમારે ધારવું નહિ. વાસ્તવિક એ છે કે લક્ષમાં લેવા-  
જોગ અને જે તમારી મહેનતનો બદલો તમને નહિ આપે એવી કોઈ  
પણ સાધારણ વસ્તુ દુનિયામાં છેજ નહિ; બધી સાધારણ चीजો  
અને સઘળા સાધારણ બનાવો ધ્યાનમાં લેવા જોગ, જ્ઞાનમાં વધારો  
કરનારા, અને મનોરંજક છે.

૧૪. નીચલાં પાનાંમાં એ સાધારણ વસ્તુઓમાંની કેટલીકની  
મારી જોડે તપાસ કરવાની હું તમને ભલામણ કરું છું. પરંતુ તમારે  
શિખવાના કેટલાંક પાઠ લેવા, અને મોઢે કરવાનાં કેટલાંક મૂ-  
લતત્વો જણાવવાં એટલુંજ માત્ર હું ઇચ્છું છું એમ તમારે સમજવું નહિ.  
આ લઘુ પુસ્તકમાં અથવા બીજા નાના કે મોટા મંથોમાં જે કાંઈ

प्रगट करेलुं छे तेठलाथीज तमे संतोष न पामो, अने तमारी पो-  
तानी आंखोनो उपयोग करी आपणी आ चमत्कारी दुनियांमां जे  
बनावो बने छे तेओनी पंडे निरीक्षा करवानी टेव तमन्ने पडे तो हुं  
बहु खूशी थाऊं. आ आनंदकारी निरीक्षाने माटे तमारी आस-  
पास पुष्कळ साहित्य छे. आंख अने कान उघाडा राखीने फरवामां  
जे नित्य बने छे अने जोवामां आवेछे तेवढे जे ज्ञान मेळवी शकाय  
तेथी जेवी खरेखरी गमत ऊपजे तेवी गमत, रमत, मोज, शोक,  
साहस, वगेरेने सार नदी, वन, के हंगरापर जवाथी पडे नहि. त-  
मारे याद राखवुं के घेर के निशाळे तमे जे छापेली चोपडीओ  
वांचो छो ते सिवाय सृष्टिरूपी महान् पुस्तक छे तेमां जुवान के घ-  
रडा हरेक माणसने एटलुं वांचवानुं छे के ते आखो जन्मारे वांच्या  
करे तोए तेमांथी जे शिखवानुं छे ते जराए ओछुं थाय नहि.

१५. अम महान् पुस्तक-वायु, पृथ्वी, अने सागरने वांचवानी  
एटले निहाळवानी हुं तमने भलामण करुं छुं. आवा आवा बनावो  
बने छे ते जोईने के जाणीने अटकवुं नहि. जेमके नदीमां  
पूर आवेलुं ते जोवाने आपणे गयला तेविषे लईए. वावाझोहुं के  
पाणीनी रेल जेवो बनाव बने त्यारे तेविषे काई खोळवानुं यत्न क-  
र्याविना रहेवुं नहि. पाछा घेर जतां रस्तामां आपणे सवाल ऊठा-  
व्या हता तेवा सृष्टिने पूछवानी टेव तमने पडवी जोईए. तमारी  
आसपास जे बनाव बनता जोवामां आवे तेनां कारणो शोध्या सि-  
वाय तमारे निरांते बेसवुं नहि. एथी घणोज साधारण बनाव के  
नित्य जोवामां आवनारी वस्तु मनोरंजक अने उपयोगी ज्ञान कर-  
नार माद्धम पडशे. ज्यां तमे जशो त्यां तमने लक्षमां लेवाने कोई  
पण वस्तु मळी आवशे खरी. आसपासना देखावथी मन रंजन  
थाय तेमां एथी उमेरो थशे. एम करेथी तमारी आंखोनो उपयोग

ઊતાવળે અને સ્વરી રીતે કરતાં આવડશે. આ નિરીક્ષાની દેવ તમને અત્યંત લાભકારી થઈ પડશે. દુનિયામાં જે બંધે તમે લાગવાના હો તેમાં એ બહુ કામ આવશે.

૧૬. સૃષ્ટિરૂપી પુસ્તકનાં મુખ્ય અંગો, તેમાં વિશેષ્યે કરીને વાયુ અને પૃથ્વી વિષે કઈ જાતના પ્રશ્નો પૂછવા તે નીચલા પાટોમાં દર્શાવવાની મારી ઇચ્છા છે. જે વાયુનો આપણે શ્વાસ લઈએ છીએ અને જે પૃથ્વીપર આપણે વસીએ છીએ તેઓ વિષે અને તેઓના સંબંધ વિષે આપણ દરેકે થોડું જાણવું જોઈએ. આપણે પૂર જોવા ગયા ત્યાં આકાશમાં વાદળાંની જોડે જ્વાહ, સૂર્ય, અને સ્વેતરાંના પાકના નાશનો સંબંધ જાણ્યો. પૃથ્વી અને વાયુ વચ્ચે જે સંબંધો છે તેમાંનો કોઈક આપણે ત્યાં શિખ્યા. એ સિવાય બીજા ઘણા સંબંધો તમારે હજી શોધી કાઢવાના રહ્યા. એ સંબંધોની સ્પષ્ટ કરવામાં વિદ્યાની જે શાખાને **ભૂતલવિદ્યા** કહેછે તેનો તમે અભ્યાસ કરો. આ પૃથ્વી અને તેના પૃષ્ઠ ઉપર થતી સર્વે વૈષ્ટાનું વર્ણન ભૂતલ વિદ્યામાં આવેછે. તમે એમ ન ધારશો કે એ કામ કઠણ કે અસંભવ છે. તમારી આસપાસ જે વિકારો નિરંતર થયાં કરેછે તેઓને ધ્યાન દર્શાવે માત્ર જોવા, અને તેઓના હેતુ અને તેઓના પરસ્પર સંબંધ શોધી કાઢવાનો યત્ન કરવો.

## પૃથ્વીની આકૃતિ.

૧૭. પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર જે બનાવો બને છે તેની નિરીક્ષા કીધા પહેલાં આવી પૃથ્વીના આકારનું જ્ઞાન મેળવવું અને પૃથ્વીને સૂરજ જોડે જે મોટા સંબંધ છે તે જાણવા ઠીક પડશે.

૧૮. જ્યારે તમે કોઈ મોટા સપાટ પ્રદેશના મધ્યમાં ઊભા રહો છો અથવા બહોલો દરિયો જૂઓછો ત્યારે જે પૃથ્વી ઉપર આપણે

વશીએ છોએ અને ફરીએ હરીએ છીએ તે જાણે મોટું મેદાન હોય તેમ તમને દેખાય છે, અને આગળ હીંચ્યા જાઓ તો તે મેદાનને છેડે આવી પહોંચો એમ તમને લાગે છે. બાત્યાવસ્થામાં આવો વિ-  
ચાર સર્વે કોઈને આવેછે, અને પ્રાચીન કાળમાં વધા મોટી ઝમ-  
રના માણસો પણ એમજ માનતા. અહીં વસનારા માણસોના ઉપયોગને સારૂજ સૂરજ અને ચાંદો ઝગે છે અને આથમે છે એવું તેઓ સમજ-  
તા; અને વધા તારાવાળા આકાશને ધરતીનું ઢાંકણું જાણી તેને આધારે રહેલો મોટો બિલોરી ધૂમટ ધારતા.

૧૯. પરંતુ પૃથ્વીને આપણી આંખ સપાટ દેખે છે તેમાં તે ભૂલે-  
છે, અને જે કેવળ સપાટ દેખાય છે તે વાસ્તવિક ગોળાકાર છે. એવું તમે તમારી મેલે સહેલથી સિદ્ધ કરી શકો. હરકોઈ વિશાળ સપાટ પ્રદેશમાં (ગૂજરાતના જિલ્લાઓમાં ઘણેઘણે છે તે-  
વામાં) ચાર પાંચ મૈલથી વધારે છેડેનાં જાહ અને ગામ દેખાતાં નથી. અમદાવાદની થડમાં શાહ આલમનો રોડો છે ત્યાં ભોંયે ઝ-  
મા રહીને જોતાં જેટલે દૂરનાં જાહો વગેરે જણાય છે તેનાથી વ-  
ધારે દૂરનાં જાહો વગેરે તે રોડાના મિનારાની ટોચ ઉપરથી જોતાં જણાય છે. જમીનપરથી જે નહોતાં દેખાતાં તે મિનારાપરથી દેખાવા માંડેછે. પહોંચમાં હુંગર હોય તો તેના મથાળાપરથી એથીએ વધારે ઓછા પદાર્થો દેખાય. માટે જમીનથી જેમ વધારે ઊંચે જ-  
શો તેમ વધારે આગળ તમારી નજર પહોંચશે.

૨૦. વઘી સમુદ્ર કાંઠાના કોઈ ઊંચા હુંગરની તલેટીએ ઝમા રહેતાં ઘણે ઓછે વહાણના સદ્ દેખાયછે એમ ધારો. તે જોઈ એ હુંગરને મથાળે ચઢો તો સદ્ દેખાશે એટલુંજ નહિ, પણ આજુ વ-  
હાણ નજરે પડશે, અને એથીએ વધારે દૂરનાં વહાણો જે કીનાર મુ-  
દલ દેખાતાં નહોતાં તેઓ આકાશ અને દરિયાની મઝવાની લીં-  
ટીમાં માત્ર ઢાઢા જેવાં કદાસ તમને માલૂમ પડશે.



૨૧. વઝી એમ ધારો કે એ ટીંબાની ટોચ ઉપર બેશી થોડીવાર સૂધી એ વહાણો ભળી તમે જોયાં કરોછો. તેઓમાંમાં કેટલાંક પ્રથમ એટલાં દૂર હતાં કે ભાગ્યે દેખાતાં તેઓ કદાસ વધારે મોટાં અને સ્પષ્ટ દેખાવવા માંડે છે. વહાણના સઢ અને ઢોલની ટોચ હવે દેખી શકોછો; કેટલાક વસ્ત્રમાં સઢનો બાકીનો ભાગ દેખાય છે, અને છેવટે વહાણનું સોસું ખજરે પડે છે. તમે જેને પૃથ્વીની કોર ધારતા હતા તેપર થઈને એ વહાણો હંકારી આવ્યાં એમ દીસે છે.



આકૃતિ ૧. પૃથ્વીની વાંકાશને લીધે દરિયામાં  
વહાણ દેખાતાં બંધ પડે છે.

૨૨. એથી ઊલટું જે વહાણો પ્રથમ તમારી પાસે હતાં તેઓ ધીમે ધીમે એજ દૂરની કોરળ ભળી જશે. તેમનાં સોસાં દરિયામાં જાણે ઢૂંચી જશે; પછી સઢ દેખાતા બંધ પડશે, અને છેલ્લે તે વહાણોની કોઈ પણ નિશાની દેખાશે નહિ.

૨૩. હવે એ નિરીક્ષા કરવામાં તમને કેટલાંક સત્ય જગ્યાં હશે તેથી સિદ્ધ થાય કે જે ધરતીપર આપણે વશીએ છીએ તે ચપટી નથી, પણ તેનું પૃષ્ઠ વાંકું વઢેલું છે, અથવા બીજા બોલમાં કહીએ તો ગોઠ્ઠા છે. એ રીતે તમારાં ચક્ષુઓનો ઉપયોગ કરવાનું અને જે કોઈ

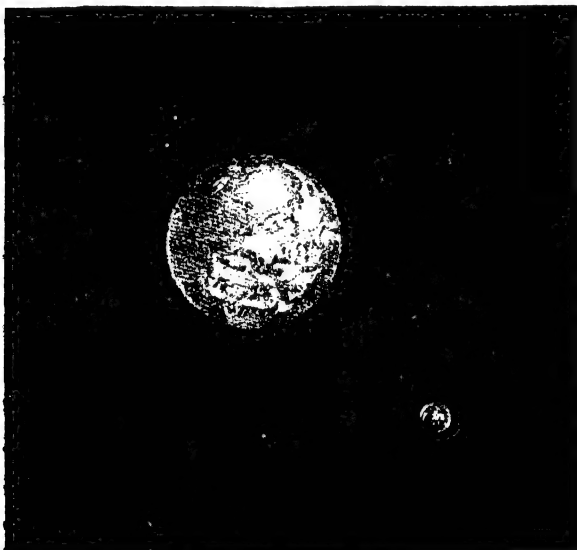
તમારી દૃષ્ટિએ પહે તેનો હેતુ યોગ્ય કાઢવાનું કામ કઠણ કે વિરસ લાગશે નહિ; અને તમે નિરીક્ષણ વિગ્રામ્યાસમાં ચરેચરા પદ્ધતિ. દરિયામાં વહાણો આવ જા કરેછે તે વેળા તેઓ કેવાં દેખાય છે એ નિહાળો છો ત્યારે તમે સત્ય યોગ્ય છો. એ સત્યોને એકઠાં કરી તેમના સંબંધ અને હેતુ કે અર્થ યોગ્ય કાઢો છો, અને તેપરથી પૃથ્વીના ગોળત્વનું તમને પ્રમાણ મળે છે ત્યારે તમે અનુમાન કરો છો. નિરીક્ષા અને અનુમાનને જોડો છો. એ વેને એમ જોવાં તેજ વિદ્યા.

૨૪. જૂઓ ત્યારે એમ તમે નિરીક્ષા કરી સાબીત કરી શકો કે પૃથ્વીના ચપટાપણા વિષે જૂની અને જે વગર તજવીજે સ્વાભાવિક લાગે તે ધારણા તદન યોગ્ય છે; અને દરિયો અને જમીન સપાટ દેખાય તોપણ તેઓ મોટા ગોળાનો માત્ર ભાગ છે. મુંબઈથી વહાણ હંકારો અને પાછા ફર્યા સિવાય તેની તેજ દિશામાં હંકાર્યા જાઓ, તો આચરે તમે પાછા મુંબઈ આવી પહોંચશો. એ રીતે પૃથ્વીનો આસપાસ વહાણ હંકારી સિદ્ધ કરી શકશો કે પૃથ્વી ગોળ છે. ઘનીવાર એ રીતે થયું છે. પૃથ્વીની ઘણી પ્રદક્ષિણા કરવામાં આવી છે, અને આપણા દેશમાં જમીન અને સાગરની કોરણ ચોમેર ગોળાકાર દેખાય છે તેવીની તેવીજ એ પ્રદક્ષિણા કરનારાઓના જોવામાં બધે આવી છે; કોઈ ઠેકાણે તેનો અંત આવ્યો નથી.

૨૫. વિશાળ સાગરપર નજર કરો ત્યારે પૃથ્વીનું પૃથ ગોળ વાંકાશનો ભાગ છે એમ માનવામાં તમને મુશ્કેલી ન લાગે, તોપણ ઊંચા પહાડો અને ઊંડી યોગ્યવાળા અસમાન પ્રદેશમાં ઊભા રહો ચોતરફ જૂઓ ત્યારે આજુ અસમાન પૃથ ગોળનો ભાગ શી રીતે હોઈ શકે તે સમજવામાં કદાસ તમને અઢચણ લાગશે. પરંતુ ચર જૂઓ તો પૃથ્વી ટૂલી મોટી છે કે ઊંચામાં ઊંચા પર્વતો પળ તેના પૃથ ઉપર મુકાબલે નાના કળ જેટલા માત્ર છે. જ્યાં પૃથ સપાટ

હોય, જેમકે મોટા મેદાનમાં કે સાગરપર, ત્યાંજ પૃથ્વીના વાસ્તવિક આકાર વિષે આપણાં નેત્ર વંદે નિર્ણય કરી શકીએ. પરંતુ ઘણાજ સ્થરબચ્છા પ્રદેશમાં પણ એ વાંકાશ હોયછે, પણ ત્યાંના ઝંચાણ નિ-ચાણને લીધે આપણે તે દેખી શકતા નથી.

૨૬. પરંતુ એ વાંકાશ બહુજ થોડી છે. દરિયામાં વહાણો ઘણા મેલ જાયછે ત્યારે દેખાતાં નથી. એ વાંકાશ એટલી થોડી છે તેપરથી એમ જણાય છે કે જે ગોળ કે વૃત્તનો તે ભાગ છે તે ઘણો મોટો હોવો જોઈએ. એ વૃત્તનું એટલે કુંડાઝાનું માપ સ્વગોળવેનાઓએ



આકૃતિ ૨ સૂર્યમાંથી જોતાં પૃથ્વી અને ચંદ્રનો દેશાવ.  
કાદગું છે તેપરથી તે વૃત્ત એટલું મોટું જણાયું છે કે આગગાદી દૂર

કલાકે ત્રીસ મૈલને વેગે અટક્યાવિના પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરે તો એ પ્રદક્ષિણા પૂરી કરવાને એક મહીના કરતાં વધારે કાંઠા લાગશે.

## રાત્રિ દિવસ.

૨૭. તમને સાંભરતું હોય ત્યારથી દરરોજ તમે સૂર્યને આકાશમાં ફરતો देखો છો. વાદળાં વગરની નિર્મલ રાત્રે તમે, ચંદ્ર અને તારાને ગગનમાં ધીમે ધીમે ગમન કરતા જુઓ છો. આવતા કાલે સૂર્ય ફરી ઊગશે અને પાછલાં વર્ષોમાં તેણે જેવું ભ્રમણ કર્યું છે તેવું ભ્રમણ તે હવે પછી વરસોવરસ કર્યો જશે, એ વિષે તમને જેટલી ખાતરી છે તેના કરતાં વધારે ખાતરી બીજા કોઈ વિષે થઈ શકશે નહિ. તમારા દીઠામાં આવ્યું છે કે પૃથ્વીની આસપાસના સર્વ પદાર્થો સદા નિયમિત અને ધીમી ગતિ કરતા દેખાય છે. આ ગતિનું શું કારણ હશે એવો સવાલ મનમાં ઝૂઝી તમને કદી આશ્ચર્ય લાગ્યું છે ?

૨૮. તડકો પડ્યો હોય છે ત્યારે તાપ લાગે છે; આકાશ વાદળાંથી છવાઈ ગયેલું હોય છે ત્યારે ઓછો તાપ લાગે છે; અને રાત્રે સૂરજનો પ્રકાશ બિલકુલ હોતો નથી ત્યારે શિતલ લાગે છે. વઢી દહાડે આકાશમાં અજવાળું હોય છે અને સૂરજ આથમે છે ત્યારે અંધારું થાય છે. એપરથી તમે જુઓ છો કે પ્રકાશ અને ઉગ્ગતાનો આધાર સૂર્યપર છે. એ સ્પષ્ટ છે કે પૃથ્વી અને સૂર્યના સંબંધનું થોડુંક પણ જ્ઞાન થયા સિવાય જે બનાવો પૃથ્વીપર બને છે તે આપણે યથાસ્થિત સમજી શકીશું નહિ.

૨૯. પ્રાચીન કાલના માણસોની જે ધારણા હતી તેવી કદાચ તમારી પહેલી ધારણા હશે. તેઓ માનતા કે વિશ્વનું સ્થિર મધ્ય-બિંદુ પૃથ્વી છે અને તેની આસપાસ સૂર્ય, ચંદ્ર, અને તારા હમેશ

કર્ચા કરેછે. પૃથ્વીની આસપાસ એ આકાશી પદાર્થો ગતિ કરેછે એ વાત આપણે માનતા હોઈએ તેની પેઠે અગાપિ તેમના **ઉદયાસ્ત** વિષે બોલીએ છીએ.

૩૦. પરંતુ વ્રજાંડનું મધ્યબિંદુ નહિ હોતાં જે આકાશી પદાર્થો સૂર્યની આસપાસ નિરંતર ભ્રમણ કરેછે તેમાંનો પૃથ્વી સ્વયં જોતાં માત્ર એક પદાર્થ છે. સૂરજ એ મધ્યમાં મોટો ઉષ્ણ ગોળો છે, ને તે-વડે આપણી ધરતીને અજવાળું અને ગરમી મળે છે. તેની આસપાસ પૃથ્વી નિરંતર ભ્રમણ કરે છે.

૩૧. સૂર્યની ગતિને લીધે રાત્રિ દિવસ અનુક્રમે થાયછે એવું માસેછે, પરંતુ વાસ્તવિક કહીએ તો પૃથ્વીના ભ્રમણને લીધે તેઓ થયાં કરે છે. એનું તમને દૃષ્ટાંત કહું. ભરરહાને બહુજ ફાટપથી ફેરવશો તો થોડીવાર તે આર ઉપર સ્થિર દેખાશે, પરંતુ વસ્તુતઃ તે ઘણીજ ત્વરાથી ફરે છે. આરની છેક નીચલી અળીથી તે ભરર-હાની ઝપલી ટોચ સૂધી સીધી લીંટી દોરેલી ધારો. આ મધ્ય રે-ણની આસપાસ ભરરહાનો દરેક ભાગ ફરેછે. એ લીંટીને **ભ્રમ-ણની ધરી** કહેછે. એજ રીતે પૃથ્વી તેની ધરીપર ઉતાવળી ગતિ કરે છે.

૩૨. વળો નિશાળોમાં પૃથ્વીના ગોળા હોયછે તેવો એક ગોળો લઈ તેનાથી થોડાક ફૂટને છેટે પીતલના વૃત્તની લીંટીમાં દીવો મૂકો. એ ગોળો તેની ધરીપર ફેરવી શકાય તેવો છે. સ્થિર રાખાં કે ફેરવો, પળ દીવા તરફની તેની અડધી બાજુપર પ્રકાશ પડશે અને સામેની અડધી બાજુપર અંધારું રહેછે. જેમ જેમ તમે એ ગો-ળાને ફેરવતા જાઓછો તેમ તેમ દરેક સ્થલ અનુક્રમે દીવાના પ્ર-કાશ મળી આવેછે અને પાછું છાયામાં જાયછે. અને દીવાને સ્વયં

ઢશો નહિ ત્યાંસૂધી ગોઝાના ભ્રમણને લીધે તેના પૃથ્વનો દરેક ભાગ વારાફરતી અજવાઝામાં અને અંધારામાં આવ્યાં કરશે. ”

૩૩. આ નાના ગોઝાને બદલે આપણી પૃથ્વી લેશો અને નાના દીવાને બદલે મોટો સૂરજ ધારશો તો ધરીપર પૃથ્વીના ભ્રમણને લીધે દરેક દેશમાં પ્રકાશ અને અંધારું કેવી રીતે થાયછે તે તમારાથો સમજાશે.

૩૪. જે ધરીની આસપાસ પૃથ્વી ફરે છે તે ધરી સ્વરેસ્વરો સઠીઓ છે અને પૃથ્વીની આરપાર તે સઠીઓ જાયછે એમ તમારે કદી ધારવું નહિ. એ ધરી માત્ર કલ્પિત લીંટી છે, અને જે બે સામ સામેનાં બિંદુએ તે લીંટી પૃથ્વીના પૃથ્વને મળે છે તેઓનાં નામ **ઉત્તર ધ્રુવ** અને **દક્ષિણ ધ્રુવ** પાડેલાં છે. સ્વરેસ્વરા દેશાઈતા પદાર્થની ધરી હોત તો એ બે બિંદુમાં તે સઠીઆના છેઢા બહાર નીકળત. શાળોપથીગી પૃથ્વીનો ગોઝો જે બે અળીઓને આધારે રહેલો છે તેઓ ધ્રુવને ટામે છે.

૩૫. આ ધરીની આસપાસ ચોવીસ કલાકમાં પૃથ્વી એક આંટો ફરે છે. એ ચોવીસે કલાકમાં સૂરજ આકાશમાં સ્થિર રહી પ્રકાશમાન હોય છે. પરંતુ પૃથ્વીનું જે પાસું જે સમયે તેની સામે હોય છે તે વેઝા તેપર માત્ર તેનો પ્રકાશ પડે છે. પૃથ્વીના ગોઝાને દીવાની સામે મૂક્યો તેવારે જેમ તેજસ્વી અને નિસ્તેજ બાજુઓ હતા તેમજ અહીં પણ એક અજવાઝાવાઝી અને એક અંધારાવાઝી બાજુ સદા હોવી જોઈએ. હવે તમારા સમજવામાં ક્ષટ આવશે કે પૃથ્વીને ગતિ ન હોત તો તેના અઢધા પૃથ્વર કદી પ્રકાશ પડત નહિ, અને અઢધા પૃથ્વર કદી અંધારું થાત નહિ. પરંતુ તે ગતિમાં છે માટે દરેક ભાગપર વારાફરતી અજવાઝું અને અંધારું પડે છે. સૂર્યનો પ્રકાશ હોયછે ત્યારે **દિવસ** અને અંધારું હોયછે ત્યારે **રાત્રિ** થાયછે.

૩૬. સૂરજ નિત્ય પૂર્વથી પશ્ચિમમાં જતો દેખાય છે. પૃથ્વીનો વાસ્તવિક ગતિ ઇથી છેક ઝલટો ઇટલે પશ્ચિમથી પૂર્વમાં છે. સવારે સૂરજના પ્રકાશમાં પેશીએ છીએ. તે પ્રથમ પૂર્વમાં દેખાય છે. ધીમે ધીમે આકાશમાં ઝંચે ચઢતો જઈ સૂર્ય મધ્યાન્હે છેક આપણા માથાપર આવે છે; અને જેમ જેમ પૃથ્વીના નિરંતર ભ્રમણને લીધે આપણે ફરોને અંધારા મળી જઈએ છીએ તેમ તેમ તે પાછો પશ્ચિમમાં હલ્લવે હલ્લવે ઝતરી અસ્ત પામે છે. ચાંદરણીઓ એક પછી એક ઝગે-છે અને આથમે છે, અને છેવટે બીજે દિવસે સૂર્યના પ્રકાશમાં તેમનું અલ્પ તેજ હોલવાઈ જાયછે તેપરથી રાત્રે પણ પૃથ્વીની ગતિનું જ્ઞાન મેલવી શકીએ.

૩૭. પૃથ્વી તેની ધરીપર ફરે છે તેની જોડે સૂરજની આસપાસ પણ ફરે છે. આ ગતિને પૃથ્વીની પોતીકી કક્ષામાં પ્રદક્ષિણા કે વાર્ષિક ગતિ કહે છે. સૂર્યની આસપાસ એક ફેરી ફરી રહેતાં ઇટલું મોટું વૃત્ત દોરાય છે કે એક સેકંડે લગભગ ઓગળીસ મૈલનો વેગ હતાં પણ તે વૃત્તમાં ફરી રહેતાં પૃથ્વીને ૩૬૫ દિવસથી કાર્ષિક વધારે કાલ લાગે છે.

૩૮. પૃથ્વીની દૈનિક ગતિથી દહાડો અને રાત થાયછે અને વાર્ષિક ગતિ પરથી વરસો ગણવામાં આવે છે. માટે પૃથ્વી એ આપણું મોટું કાલમાન કે ઘડીઆલ છે.

## વાયુ.

### ૧. વાયુ શાનો બન્યો છે ?

૩૯. ધ્યાન દર્દને આસપાસ જોતા વાયુપર આપણું લક્ષ પહેલું જવું જોઈએ. આપણે વાને દેખતા નથી, તોપણ જ્યાં જઈએ ત્યાં એ

હોય છે. કોઈ વેળા મંદ લહેર વાય છે અને કોઈ વેળા ભારે વાવં-ટોલ થાય છે. આ વાયુ શી વસ્તુ છે ?

૪૦. એ અદૃશ્ય છે, તથાપિ વાસ્તવિક પદાર્થ છે. તમે તમારો હાથ ઝૂંચો નીચો ફાટપથી હલાવો છો ત્યારે વાને લીધે તમારા હાથને પ્રતિરોધ થતો તમને લાગે છે. વા એવો પદાર્થ છે કે તે તમને લાગી શકે છે, પરંતુ તમે તેને જોઈ શક્તા નથી. દરકે, ક્ષણે તમે તેનો શ્વાસ લો છો. આસી પૃથ્વીને તે પૂર્ણ રીતે વીંટલાયલો છે. માટે તેનાથી તમે વેગળા જઈ શકશો નહિ. વાના આ બહારના આવરણ એટલે ઢાંકણને **વાનાવરણ** કહે છે.

૪૧. રસાયનશાસ્ત્રના પ્રથમ પુસ્તકમાં ( કલમ ૯ ) જે પ્રયોગો સમજાવ્યા છે તેપરથી તમે જોશો કે સાધારણ વા અમિશ્ર પદાર્થ નથી, પરંતુ નેત્રોજન અને ઑક્સિજન નામે બે અદૃશ્ય વાયુનું મિશ્રણ છે. પરંતુ આ બે મુખ્ય અંગ સિવાય બીજા પદાર્થો પણ થોડા થોડા તેમાં મળેલા છે; એમાંના કેટલાક અદૃશ્ય છે અને કેટલાક દૃશ્ય છે. ઓરડાનાં બારી બારણા વાંશી તરફ કે ફીળા કાળામાંથી તરફનો અંદર આવે છે ત્યારે રજાઝિયું બને છે. એ રજાઝી આવઢે વાયુમાંના દૃશ્ય રજકણો દેખાશે. ધૂળની સેંકડો બારીક રજ તરફમાં જતી આવતી જણાશે. એ કણ આસપાસના અંધારાને લીધે થોડા તરફમાં દેખાય છે, પણ મસ અજવાળામાં દેખાતા નથી. પરંતુ હવાનાં અદૃશ્ય અંગભૂતોજ અતિ અગત્યનાં છે; એમાંનાં **પાણીની વરાઝ** અને **કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ** એ બે તમારે સ્પર્શ યાદ રાખવાં. એમને ઓઝલવાની અગત્ય તમારા જોવામાં ફાટ આવશે.

૪૨. કહો વાહ, પાણીની વરાઝ તે શું હશે ? નાઝાવાઝી દેગઢીમાં પાણી ઝૂકઢે છે ત્યારે જે બનાવ બને છે તે નિહાઝશો તો



એના ગુણ સમજાશે. નાલ્ચામાંથી ધોળા વાદળનો પ્રવાહ બહાર વામાં ચાલ્યો આવે છે. તે અટકતો નથી; તેનો જેલો ભાગ બહાર આવે છે તેટલો કોણ જાણે કેમ દેખાતો બંધ પડે છે. પણ જેવો તે અદૃશ્ય થાય છે તેવો જ દેગડીમાંથી નવો નીકળે છે. દેગડીમાંનું પાણી ઓછું થતું જાય છે, અને તેમાં બીજું પાણી નહિ રહે તો આશ્વરે તેમાંનું પાણી બગી જઈ દેગડી છેક કોરી પડી જશે. એ સઘળા પાણીનું શું થયું ? તમે એની વરાલ્લ બનાવી. કોઈ પણ પ્રકારે તેનો નાશ થયો નથી, પરંતુ તેનું માત્ર રૂપાંતર થયું. પ્રવાહીરૂપ હતું તે બદલાઈ વાયુરૂપ થયું અને વામાં મળી ગયું.

૪૩. વામાં સદા થોડી ઘણી વરાલ્લ હોય છે, પરંતુ વરાલ્લ રૂપ અદૃશ્ય હોવાથી તે રૂપમાં હોય ત્યાંસૂધી આપણે તેને દેખતા નથી. એ વરાલ્લનાં વાદળાં, ક્ષાકલ, વરસાદ, અને બરફ બને છે. વામાંથી વરાલ્લ કઢાઈ નાશી હોય તો જમીનપરનો દરેક પદાર્થ સૂકાઈ જાય અને કોઈથી જીવી શકાય નહિ. તમારી આસપાસ દરરોજ જે ફેરફારો થાય છે તેવિધે જેમ જેમ વધારે વધારે શીખતા જશો તેમ તેમ તમારા જાણવામાં આવશે, કે તે કરવામાં વરાલ્લ મોટો કારક છે.

૪૪. વાતાવરણનાં અદૃશ્ય અંગભૂતોમાંનો એક કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ એટલે કાર્બોન વાયુ છે. વાતાવરણમાં હજાર ભાગે-માત્ર ચાર ભાગ કરતાં એનો અંશ વધારે નથી, તોપણ તે તેનું અગત્યનું અંગભૂત છે. તમારા જાણવામાં આવશે કે વાયુમાં કાર્બોનિક આસિડગ્યાસ છે તેમાં પૃથ્વીપરની સઘળી વનસ્પતિને લગભગ તમામ ઘનસત્ત્વ મળે છે ત્યારે તેની અગત્યતા તમારા લક્ષમાં ઊતરશે (રસાયન શાસ્ત્રના પ્રથમ પુસ્તકની ૧૧ મી કલમ જૂઓ). કોઈ છોડ સૂકાઈ ( કે મરી ) જઈ સડી જાય છે ત્યારે તેમાંનો કાર્બોનિક આસિડ વામાં પાછો મળી જાય છે. પ્રાણીઓ પુષ્કલ વનસ્પતિ ત્યાં છે

તેથી તેમના શરીરનું બંધારણ થાય છે. પ્રાણીઓ કાર્બોનિક આસિડ મ્યાસ શ્વાસમાં બહાર કઢાડે છે, અને તેઓ મરી જાય છે અને તેમનાં શરીર ક્ષય પામે છે ત્યારે તેજ પદાર્થ ( કાર્બોનિક આસિડ-મ્યાસ ) ફરીને વાતાવરણમાં ભળી જાય છે. માટે વામાં જે કાર્બોનિક આસિડમ્યાસ રહેલો છે તે વનસ્પતિ અને પ્રાણી બેડનાં બંધારણ થવામાં કામ આવે છે, અને એ સજીવ વસ્તુઓમાંથી ચૈતન્ય જતું રહે છે ત્યારે તે પાછો વામાં ભળી જાય છે. પ્રાણી અને વનસ્પતિ વર્ગની તથા વાની વચ્ચે એ પદાર્થની નિરંતર આવ જા થયાં કરે છે ( રસાયન શાસ્ત્રના પ્રથમ પુસ્તકની ૧૩ મી કલમ જૂઓ ).

## ૨. વાની ઉષ્ણતા અને શીતલતા.

૪૫. તમને સ્વરૂપ છે કે તમે વા જોઈ શકતા નથી, તોપણ તે ગતિમાં હોય છે ત્યારે તે તમને જણ લાગે છે. પરંતુ વા સ્થિર હોય ત્યારે પળ બીજી રીતે એટલે તેના ઉષ્ણમાનવડે તે લાગી શકે છે ( પદાર્થવિજ્ઞાનના પ્રથમ પુસ્તકની ૫૧ મી કલમ જૂઓ ), કારણ કે સાધારણ દૃશ્ય પદાર્થોની પેટે વા ગરમ અને ટંડો થઈ શકે છે.

૪૬. હરકોઈ મકાનમાં જે બનાવ બને છે તેપરથી વાની ઉષ્ણતા અને શીતલતા બેશ સમજાય છે. પવન બંધ પડેલો હોય તે વેચા શિયાળામાં ગરમ ઓરડામાંથી છુટ્ટી હવામાં જશો તો તમને ટાઢ વાશે. આ ટાઢ ક્યાંથી આવે છે ? તમે દેખી શકો એવી વસ્તુમાંથી તે આવતી નથી, કેમકે તમે શીતલ જમીનપર ઝમા રહો છો, તોપણ તમારા પગનું જોડાવડે રક્ષણ થવાથી ટાઢ લાગતી નથી. એ તો વાજ ટંડો છે; તે તમારી આસપાસ વીંટલાઈ વહેલો છે અને તમારા શરીરની ઉષ્ણતા ચોરી લે છે; વળી તમારી ચામડીમાંથી ઉષ્ણતા નીકળી જઈ વામાં મળે છે ( પદાર્થવિજ્ઞાનના પ્રથમ પુસ્તકની ૬૭ મી કલમ જૂઓ ). ટાઢ હોય ત્યારે છુટ્ટી હવામાં થોડીવાર

ઝભા રહી ગરમ ઓરઢામાં પાછા પેશશો તો ઇથી ઝલટું થશે. તમને ઝળ્ળતા લાગશે. ઇ સમે પળ કોઈ દશ્ય પદાર્થમાંથી ઇ ઝળ્ળતા આવતી નથી, પરંતુ જે દશ્ય વા કે હવા તમારી ચામડીના દરેક ભાગને સ્પર્શ કરેછે અને જેની ગરમી તમે ઇ વેઝા ચોરી લોછો તેમાંથી આવેછે.

૪૭. ત્યારે હવા કોઈવાર ઝની અને કોઈવાર ટાટી હોય છે, તથાપિ તે બિલકુલ અદશ્ય રહેછે. ઝળ્ળતામાપક યંત્ર ( ઇવિષે પદાર્થ વિજ્ઞાનના પ્રથમ પુસ્તકની ૫૧ મી કલમમાં સમજૂતી આપી છે ) વડે ઝળ્ળતા અને શીતલતાના જૂજ વિકારોનું પળ આપળે માપ કરી શકી ઇ છી ઇ. ઇ વિકારો અતિશય લાગળીવાઢી ચામડી પળ પારસી શકતી નથી.

૪ૢ. હવે વાતાવરળ ઇક વેઝા ગરમ અને ઘીજી વેઝા ઠંડું હોય છે તેનું કારળ શું ? ઝળ્ળતા ક્યાંથી આવે છે ? અને ઇ ઝળ્ળતાનું શોપળ વા શી રીતે કરેછે ?

૪૧. ઘરના દશાંતપર આપળે પાછા જઈ ઇ. શિયાઢામાં બહારનો વા હાઢકાં કોરે ઇવો ઠંઢો હોય છે ત્યારે ઘરની અંદરનો વા ગરમ અને ઘૂશકારક હોયછે, કેમકે તેમાં સગઢી અને ચૂલા સઢગાવી રાઘવામાં આવેછે. કોયલા અને લાકઢાં બઢવાથી ગરમો પેદા થાયછે તેળે કરીને વા ગરમ થાયછે. ઘરમાંના વામાં બહારના વાથી ગરમી વધારે છે તેનું કારળ ઇ કે ત્યાં બઢતા પદાર્થમાંથી ગરમી નીકઢે છે.

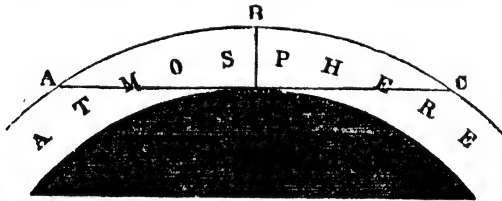
૫૦. ઝળ્ળ પદાર્થમાંથી જે ગરમી નીકઢે છે તેને લીધેજ બહારનો વા ગરમ થાયછે. ઝનાઢામાં બહુ તાપ પઢેછે તેનું કારળ ઇજ છે. ઇ સઘઢી ગરમી સૂરજમાંથી આવેછે. તે મહાપ્રચંઢ તપેલો ગોઢો છે, ને તેમાંથી નીકઢી સઘઢી દિશામાં ઝળ્ળતા સદા પ્રસરે છે.

૫૧. પરંતુ સૂર્યમાંથી પૃથ્વીપર હમેશ ઝળ્ળતા આવેછે ત્યારે કોઈ વાર હવા ઠંઢી હોયછે તેનું શું કારળ ? તમારી અને બઢતી સગઢી-

ની વચ્ચે પહોંચી રાખશો તો તેમાંથી આવતી ગરમી થોડીક ઓછી થયેલો તમને જણે લાગશે. તડકો પડ્યો હોય તેવારે થોડીવાર તમારો હાથ તેમાં ધ્રુવો રાખો, અને પછી સૂરજ અને તમારા હાથની વચ્ચે ચોપડી ધરો. પહેલાં તો તમારા હાથની ચામડી ઝૂની થશે, પણ છાયામાં હાથ રાખ્યો છુટી પાછી ટાઢી પડશે. સૂરજમાંથી આવી તમારા હાથ પર જે ગરમી પ્રત્યક્ષ પડતી હતી તેને ચોપડી વચ્ચેમાં આવી જાય. સૂરજના તાપને આપણી મળી આવતાં અટકાવનાર કોઈ વસ્તુ આડે આવે છે ત્યારે વાતાવરણ શીતલ થાય છે.

૫૨. સૂરજના તાપને વાદળો રોકે છે. તડકો પડ્યો હોય તેવામાં સૂરજ અને પૃથ્વીની વચ્ચે વાદળો આવે છે ત્યારે ગરમી ઓછી લાગે છે, અને વાદળો સ્વર્ણ જઈ પાછો તડકો પડે છે કે તરતજ આગળ જોડેલો તાપ લાગે છે.

૫૩. સૂર્યની કેટલીક ઉષ્ણતાનું તો વાયુ શોષણ કરે છે, અને જે વામાં થઈને એ ઉષ્ણતા આવે તે વાની કંઠાઈ જેમ વધારે તેમ તેનું શોષણ વધારે. એ સિવાય ઉષ્ણતાનાં કિરણ જેમ ગ્રાસાં હોય તેમ



આકૃતિ ૩-સૂર્યનો તાપ ઘટાડવામાં જૂદી જૂદી જાઢાઈની વાતાવરણની અસર. A. સવારે સૂર્યનાં કિરણની લીંટી. B. બપોરે કિરણની લીંટી. C. સૂર્યાસ્તે કિરણની લીંટી.

તેઓ નિર્બલ હોય છે. ઉદાહરણ, બપોરે સૂરજ આકાશમાં કંચો હોય છે. એ વેળા તેનાં કિરણ (ત્રીજી આકૃતિમાં B આગળ બતા-

વ્યા પ્રમાણે ) ઓછામાં ઓછાં ત્રાંસાં હોયછે, અને વઢી વાતાવરણની થોડામાં થોડી ઘાઢાઈમાં થઈને આવેછે. વપોર પૈછી તે નીચો ઠ-તરતો જાયછે તેમ તેમ તેનાં કિરણ વધારે વધારે ત્રાંસાં થતાં જાયછે અને વઢી વાતાવરણની વધતી જતી જાઢાઈમાં થઈ આવેછે ( ત્રીજી આકૃતિમાં C આગલ બતાવ્યા પ્રમાણે ). એ કારણથી સવાર સાંજ કરતાં નવોરે વધારે તાપ લીંગે છે.

૫૪. રાત્રે સૂરજનું અજવાળું ન હોવાથી છાયામાં રહેલા પૃથ્વીના ભાગપર તેનો તાપ પ્રત્યક્ષ પડતો નથી. એ ભાગપર તેનો તાપ પડતો નથી એટલુંજ નહિ, પણ વઢી તે ભાગમાંની ગરમી નીકળી શીતલ આકાશમાં જાયછે ( ૫૯ મી કલમ જૂઓ ). માટે દહાડા કરતાં રાત્રે ઓછો તાપ હોયછે ને વધારે ટાઢ હોયછે.

૫૫. વઢી આ દેશમાં શિયાળા કરતાં ઠંડામાં સૂર્ય વપોરે આકાશમાં વધારે ઠંડો ને લગભગ માથાપર હોયછે. તેનો તાપ ઓછો ત્રાંસો આવે છે અને વાતાવરણની ઓછી ઠંડાઈમાં થઈને આવે છે તેથી શિયાળા કરતાં ઠંડામાં વધારે તાપ લાગે છે. શિયાળામાં તો વપોરે પણ સૂરજ છેક માથાપર આવતો નથી.

૫૬. એ પરથી સ્પષ્ટ દેખાય છે કે આપણને સૂરજમાંથી ગરમી મળે છે, અને આપણી અને તેની વચ્ચે કોઈ વસ્તુ આંદ આવે છે ત્યારે ઓછો તાપ લાગે છે અને ઠંડક થાયછે.

૫૭. તોપણ એકલા સૂર્યના પ્રત્યક્ષ તાપ ઉપર આપણી ગરમીનો આધાર હોય તો સૂર્યપ્રકાશ રહે તેટલીજ વેગ તાપ લાગે. વાદળાં હોય તે દિવસે અતિશે ટાઢ વાય, અને રાત્રે તો રોજ હિમ પડે. પરંતુ એમ થતું નથી. વાદળાં હોયછે તે દહાડે પણ તાપ લાગેછે; અને બારે માસ રાત્રે ટાઢ વાતી નથી એ તમે જાણો છો.

સૂરજની ઉષ્ણતા ભરી રાખવાની કોઈ યુક્તિ હોવી જોઈએ કે તેનો પ્રેકાશ નહોતો ત્યારે પણ આપણે તેમાંથી લેઈ શકીએ.

૫૮. આગલના જેવું એક ઉદાહરણ લઈએ. પાટલાને બલ્કતા ચૂલા આગલ ઝમો કરશો કે સલગેલી સગડી ઉપર તવો મૂકશો તો તે ઇટલો ઝનો થઈ જશે કે તમે તેને માગ્યે અઢકી શકશો. એ તપેલા પાટલાને કે તવાને ઓરડામાં દૂર લઈ જશો તો તે ઇટ ટાઢો પડી જશે. એમ ચૂલાની કે સગડીની કાર્ક ગરમી પાટલા કે તવાએ શોષી અને પછી પાછી બહાર કહાડી.

૫૯. એ રીતે ઝનાઝામાં જમીન તપે છે; પૃથ્વીના કોઈ માગોમાં તો વરસમાં કેટલાક માસ જમીન ઇટલી તપી જાય છે કે તેપર પગ મૂકી શકાય નહિ. જમીન અને પથરા ગરમીનું શોષણ ઇટ કરે છે, અર્થાત્ ઇટ તપી જાય છે, અને ઇટ ટંડા પડી જાય છે. સૂર્યના તાપને લીધે તેઓ તપે છે ત્યારે તેમના સંસર્ગથી વા ઝનો ધાય છે, અને તેઓનાથી વધારે વાર ગરમીને રોકી રાખે છે, તેથી ટંડા દેશોમાં પણ રાતે જમીન અને પથરા વરફ જેવા ટાઢા ધાય છે ત્યારે જરાક ઝંચેની હવા ઇટલી ટંડી હોતી નથી. ઇથી ઝલટું ભોંય તલ્લિયું ટંડું હોય છે ત્યારે તેને લાગેલી હવાને તે ટાઢી કરે છે. જમીન ગરમીને ઇટ નીકળી જવા દે છે, તેથી ઘણી ગરમી રાતે પૃથ્વીમાંથી નીકળી તારાવાઝા શીતલ આકાશમાં જાય છે. પરંતુ વાતાવરણમાં પુષ્કલ પાણીની વરાલ ( કલમ ૪૩ ) છે તે એ ગરમીના કેટલાક માગનું શોષણ કરતી ન હોત તો ઘણી વધારે ગરમી એમ નીકળી જાત. ઝઢી જતી ઉષ્ણતાને વરાલ રોકે છે. જે દેશોના વાયુમાં વધારે ભેજ હોય છે તે દેશોમાં રાતે જેટલી ટાઢક લાગે છે તેના કરતાં જે દેશોની હવામાં ઓછી વરાલ હોય છે ત્યાં થોડી ટાઢ જણાય છે, તેનું કારણ એજ છે. ગરમ દેશોનો વા વધારે સૂકો હોય છે, ઇટલે

તેમાં વરાલ ઓછી હોયછે, માટે ત્યાં રાતની વેળાએ મુકાબલે ઓછો તાપ હોયછે. એજ પ્રમાણે વાદળાં ગરમીને જતી અટકાવે છે; માટેજ શિયાળામાં નિર્મલ રાત્રિ કરતાં વાદળાંવાળી રાત્રિએ ઓછી ટાઢ વાયછે, અને ઝનાઝામાં ધામ વધારે હોયછે.

૬૦. માટે પૃથ્વીના પૃથ્વના ગરમ કે ઠંડા ભાગપર વાતાવરણ હોયછે તે પ્રમાણે તે ઉષ્ણ કે શીતલ હોય છે; અને પોતાનામાં રહેલી પાણીની વરાલથી એ ગરમીને સ્વેચ્છી લઈને રાસે છે અને પ્રસારે છે. એમ થતું ન હોત તો પૃથ્વીપર કેટલીક વસ્તુ અતિશે તાપ અને કેટલીક વસ્તુ બેહદ ટાઢ પડત.

### ૨. વા ગરમ થાયછે અથવા ટાઢો પડેછે ત્યારે શું બને છે—પવન કે વાયરો.

૬૧. ઝના પૃથ્વને અઢનાર વા ઝનો થાયછે; ટાઢા પૃથ્વને અઢનાર વા ટાઢો થાયછે. વાના ઉષ્ણમાનની ભિન્નતા ઉપર એટલે તે ઓછો કે વધારે તપે તે ઉપર પવન કે વાયરાની ઉત્પત્તિ વગેરેનો આધાર છે.

૬૨. ટાઢા વા કરતાં ગરમ વા હલકો હોયછે. ઉષ્ણતાથી પદાર્થો ફૂલે છે એ તમે શિસી ગયા (પદાર્થ વિજ્ઞાનના પ્રથમ પુસ્તકની કલમ ૪૯). તાપથી વાના એ પ્રમાણે ફૂલવાથી એટલે તેના રજકળોની વચ્ચેનો અંતર વધવાથી ટાઢા વા કરતાં તે ઓછો ઘાઢો એટલે ઓછો ભારે થાયછે. શીતલ વાયુના રજકળ એક એકની વધારે પાસે હોય છે. ઘાઢાઈની આ ભિન્નતાનું પરિણામ એ થાયછે કે હલકો ઝનો વા ઝંચે ચઢે છે, અને ભારે ટાઢો વા નીચે બેસે છે. આ બિના પ્રયોગવઢે તમે સ્પષ્ટ સમજી શકશો. તવેથો લેઈ તેનું ચપટું પત્રું લાલ-ચોલ થાય ત્યાંસૂધી દેવતામાં તપાવો. પછી તેને બહાર કઢાઢી

તપેલા પૃથ્વી થોડા ઇંચને છેટે છેક પાતળા કાગળના કે બીજી કોઈ હલકી વસ્તુના નાના પાતળાં કઢકા ધરશો તો તેઓ તુરત વામાં ઝડી જશે. એમ થવાનું કારણ એ છે કે એ તવેથાનો ગરમ થયેલો વા ઝંચે ચઢે છે અને તેની જગ્યાએ ટાઢો વા આવેછે, ને ગરમ થાયછે એટલે તે પળ ઝંચે ચઢે છે. જેમ જેમ એ તવેથો ટાઢો પહેછે તેમ તેમ વાના ઝપલા પ્રવાહનું જોર નરમ પડે છે અને આખરે તેનું અને આસપાસના વાનું ઉષ્ણમાન સરખું થાયછે ત્યારે તે પ્રવાહ બંધ પડેછે.

૬૩. એજ મૂલતત્ત્વના આધારે ઇંગ્લાંદમાં ચૂલા બનાવે છે. તેને મથાળેથી દેવતા સજ્જાવતા નથી, કેમકે તેમ કીધાથી નીચેથી જોઈએ તેટલો પવન આવી શકતો નથી માટે તે ઘુઝાઈ જવાનો સંભવ છે. ભીંતમાં મોંચતલીએ મોટા ગોલ હોયછે તેમાં ફાંફિક ઝંચે કાકઢો. કે દેવતા મૂકે છે; એની ઉપર ધૂમાડીઉં હોય છે. સજ્જવા માંડે છે કે તુરત તે ઉપરનો વા તપી ઝંચે ચઢવા માંડેછે, અને તેની જગ્યાએ ઓરઢામાંનો ટાઢો વા ઘૂસે છે. સજ્જેલા કોયલાની<sup>૧</sup> ઉપરની હવા વધારે ગરમ અને હલકી થઈ ધૂમાડાને અને ગ્યાસોને સાથે લઈ ધૂમાડીઆને<sup>૨</sup> રસ્તે તે ઝંચે જાયછે. વેસવા સૂવાના ઓરઢામાં પણ એવા ચૂલા સજ્જાવવાની એ દેશમાં શિયાળામાં જરૂર પડેછે. એ તાપણું શૂશકારક લાગે છે, તોપણ તેમાંથી નીકળતી સઘળી ગરમી ઓરઢામાં હોનારા માણસોને લાગતી નથી એ તમે જાણતા હશો. ઘણી ઉષ્ણતા તો ધૂમાડીઆમાં થઈને ઉપર

---

૧. એ દેશમાં લાકઢાંને ઠેકાણે સ્વનિજ કોયલા (કોલસા) બાળે છે.

૨. ચૂલાના ગોલને ઝપલે પાસે મધ્યમાં ધૂમાડો જવાનો નહોતો હોયછે તે વાટે તે આકાશમાં જાયછે.



આકાશમાં જાયછે; જતાં દીવાલોને ગરમ કરેછે, ને ऊપરાંત વધે તે નીકળી જઈં બહારના વાને ગરમ કરેછે.

૬૪. ઇમ જે નાનો બનાવ ઘરમાં બને છે તેવોજ બનાવ મોટા પાયાપર આંસી પૃથ્વી ઉપર બને છે. ૫૦ મી કલમમાં તમે વાંચી ગયા કે પૃથ્વીને જે ઉષ્ણતા અને પ્રકાશ મળે છે તેનું મોટું મૂલ સૂરજ છે. વામાં થઈને સૂરજનો તાપ આવે છે ત્યારે તેથી વા થોડોજ ગરમ થાયછે. ઉષ્ણતા વામાંથી આવી પૃથ્વીના પૃષ્ઠને ગરમ કરેછે. તમને સ્વચ્છ છે કે ડનાઝાનો તડકો મોંઢાપર પડે તો દક્ષાય ઇટલો ડનો હોય છે, પણ તડકો જાતે સ્પર્શ કરે નહિ માટે માત્ર પાતળી કાગલ તમારા માથાપર ધરશો તો તડકાથી દક્ષાય નહિ; આસપાસનો વા તો તેનો તેજ છે. સૂરજનાં પ્રત્યક્ષ કિરણો લાગવાથી જેટલો તાપ લાગેછે તેટલો તાપ જે વામાં થઈને આવે છે તેથી નથી લાગતો. વા કિરણોની થોડી ગરમી શોષેછે.

૬૫. સૂરજનાં કિરણ પાણી અને જમીન વેડને તપાવે છે તેથી આપણા ચૂલા આગલ જે વિકાર આપણા દીઠામાં આવે છે તેજ વિકાર વાતાવરણમાં થાયછે. તપેલી પૃથ્વીના પૃષ્ઠને અડેલો વાયુ તપેછે. તપવાથી હલકો થાયછે માટે ડંચો વહે છે, અને તેની જગ્યાએ આસપાસનો ઠંડી હવા આવે છે. વાના આ પ્રવાહને **પવન** કે **વાયરો** કહેછે.

૬૬. વાયરો શી રીતે નીકળે છે તે નિહાળવું સહેલું છે. એ નિરખવાને કોઈ સમુદ્રની પાસેનો પ્રદેશ લઈએ. ડનાઝામાં વપોર થવા આવેછે ત્યારથી ડનો ભૂસ્તર પવન વાવા માંડેછે ને જેમ તાપ વધતો જાયછે તેમ પવન વધારે ડનો આવે છે. એને ભૂસ્તર કેહવાનું કારણ એ કે તે તપેલી જમીન પરથી આવેછે. દહાડો આથમે છે ઇટલે એ ગરમ વાયરો બંધ પડી દરિયાપરથી સુખકારક ટાઢ

લહેરો આવેછે. આ ફેરફાર સાગર અને જમીનના અસમાન તપવા અને ટાઢા પઢવાનું પરિણામ છે.

૬૭. એમ શી રોતે બને છે તે હવે સમજીએ. ઝનાઝામાં સૂરજના તાપથી પ્ત્થરા, જમીન, તથા બીજા ભાગો અતિશે તપેછે; પણ એ સમે કોઈ દિવસ દરિયામાં નહાશો તો તેનું પાણી તમને ઠંડું લાગશે. એ ઉપરથી દેખાય છે કે સાગર કરતાં જમીન વધારે ઉતાવળથી તપેછે. ધરતીપર દિવસે એટલો તાપ લાગે છે, પણ રાત્રે સાગર કરતાં તેની સપાટી વધારે ટાઢી થયેલી દેખાય છે, કેમકે દરિયા કરતાં જમીનમાંથી ગરમી વહેલી નીકળી જાયછે. દિવસે જમીન વધારે તપવાથી તે ઉપરનો વા તપે છે ને તેથી ઝનો વાયરો વાયછે. સાંજ સૂધીમાં એ બહુ તપીને હલકો થયાથી ઝંચો ચઢે છે, અને તેને ઠેકાણે દરિયાપરનો ઓછો તપેલો, વધારે ભારે ને મેજવાઝો પવન આવે છે તે અજ્ઞાનો શીતલ લાગે છે<sup>૧</sup>.

૬૮. આપણી નિશાઝોનો પૃથ્વીનો ગોઝો લેઈ તેપર માંહેલી લીંટીઓ જૂઓ. એ ગોઝાની વચ્ચે ( પૂર્વ પશ્ચિમ દિશાએ ) બે ધ્રુવથી સરસે અંતરે ને સૌથી વધારે પૂલેલા ભાગની આસપાસ લીંટી દોરી છે. એ લીંટીને **વિષુવવૃત્ત** કહેછે. એ લીંટીવડે ગોઝાના બે સમાન ભાગ એટલે બે અર્ધ ગોઝ થયા છે. પૃથ્વીના જે ભાગપર થઈને એ લીંટી જાયછે તેપર અને તે લીંટીની બેઝ વાઝુએ થોડા અંતર સૂધી

૧. દહાઢે દરિયાનો પવન આવે પણ દરિયાથી દૂર જતાં સૂરજના તાપથી તપી ઝનો લાગે. ચૈતર વૈશાખના સરત તઢકાના દિવસમાં પવન ઉત્તરથી ખૂસર વાય છે તેનું કારણ એ તાપ છે. જ્યેષ્ઠ આષાઢ ( જૂન જુલાઈ ) માં આપણા દેશમાં વાતાવરણ એટલું તપે છે કે હિંદીમહાસાગરનો પાણી ભરેલો પવન દોઢી આવેછે ને તે ઝંચે ચઢી ટાઢો પઢવાથી વરસાદ વરસે છે.

આશું વરસ સૂરજ અતિશય તપે છે, ને તેથી ત્યાંની હવા બહુ જ ગરમ થઈ ઝૂંચે ચઢે છે. પળ એ મધ્યભાગપરની ઉષ્ણ હવા વાતાવરણમાં ઝૂંચે જાયછે તેવોજ ઉત્તર દક્ષિણમાંથી શીતલ વાયુ તેની જગ્યાએ આવેછે. એ રીતે વિપુલવૃત્તના પ્રદેશોમાં વાનો નિરંતર પ્રવાહ ચાલ્યાં કરેછે. એ પ્રમાણે ઉત્પન્ન થતા પવનનું નામ **વ્યાપાર વાયુ** પાડયું છે. એ પવન સદા વાયછે અને તેથી વેપારે જનાસં સફરી વહાણોને તેની મદદ નિશ્ચિત હોવાથી તેનું એ નામ યુરોપી વહાણવટીઓએ પાડયું છે.

૬૯. પૃથ્વીના વધા ભાગપર એમ નિયમિત વાયરો હોતો નથી. ઉદાહરણ, ઇંગ્લાંડમાં પવન એટલો વધો નિયમિત નથી. નકશામાં જોઈ પૃથ્વીની સપાટીપર ત્રિતન દેશનું સ્થલ લક્ષમાં લેશો તો ત્યાં પવન અનિયમિત હોવાનાં કેટલાંક દેસ્વાઈતાં કારણ તમારા સમજવામાં ક્ષત આવશે. એની પશ્ચિમે વિશાલ અત્લાંટિક મહાસાગર આવેલોછે; પૂર્વે સાંકડા અને છાછર ઉત્તર સમુદ્રની પેલીમર યુરોપ અને એશિયાસ્થંડની વિશાલ ભૂમિ આવી છે. ઉત્તરે વધારે ઠંડા દેશો અને સમુદ્રો આવેલા છે, અને દક્ષિણે વધારે ઉષ્ણ દેશો અને સાગર પહેલા છે. માટે એવાં સૂરજનો તાપ ભિન્નભિન્ન રીતે ગ્રહણ કરનારાં પૃથ્વરથી જે વાયરો આવે તે કોઈવાર ટાઢો હોય ને કોઈવાર ઝુનો હોય એ સહજ સમજાયછે.

૪. વામાંની વરાલ. બાપ્પભવન અને સંકોચન,

એટલે વરાલનું થવું અને સંકોચાવવું.

૭૦. ૪૧ મી કલમમાં કહ્યું છે કે વરાલ એ વાતાવરણનો એક મુલ્ય ભાગ છે. તો એ વરાલ વામાં શી રીતે મળે છે અને તેમાંથી કેવી રીતે છૂટી પડેછે તેની તપાસ પહેલી કરીએ. પાછલ તમારા

જોવામાં આવ્યું તેમ આ ઠેકાણે તમે જોશો કે વિદ્યાના મહાન્ વિષયો જાણીતી વસ્તુઓનાં દષ્ટાંતવદે સહેલથી અને ફાટ સમજાય છે.

૭૧. કનાઝાના પુષ્કળ તાપના દિવસમાં વા સૂકો ઇટલે વરાઝ કે ભેજ વગરનો હશે એમ તમે ધારશો, પરંતુ મોટું કાચતું પ્યાલું અર્ધું પાણીથી ભરો ને તેમાં બરફનો મોટો કકઢો મૂકો ને શું થાયછે તે જુઓ. તે પ્યાલાની બહાસતી કોરી વાગુણુ ફાકઝની ફાળી છારી વાફેલી તુરત દેસાશે. થોડો વારમાં તે છારીમાં પાણીનાં ફાળાં બિંદુ થશે, અને તેઓમાં વધારો થવાથી અંતે રેલા કતરશે.

૭૨. વઝી શીત દેશોમાં અતિશે ટાઢ પડતી હોય તે રાતે જે ઓરઢામાં બહુ માણસ મઢ્યાં હોય તેની બારીઓના કાચની અંદરની બાગુણી ઇટલે ઓરઢામાંને પાસે પાણીના રેલા વહેછે.

૭૩. હવે, એ પાણી ક્યાંથી આવે છે ? બેશક કાચમાંથી આવતું નથી, પણ વામાં પાણીની વરાઝ હોય છે તેમાંથી આવે છે. દેસાઈતી ફાકઝ કે ધૂમસને માટે વરાઝ શબ્દ ઘણીવાર વપરાય છે, પરંતુ દેસાઈ શકે એવા રૂપને વિદ્યામાં વરાઝ કહેતા નથી. પાણીતું જે રૂપ મુદ્દલ દેસાતું નથી તેને વિદ્યામાં વરાઝ કહેછે. વામાં તે ભરપૂર હોયછે ત્યારે પણ હમેશાં અદશ્ય હોય છે; તેતું પાછું પાણી બને છે ત્યારેજ તે નજરે પડેછે.

૭૪. વામાં મઝી ગયેલી અદશ્ય વરાઝ ધૂમસ, વાદઝાં, ફાકઝ કે વરસાદના રૂપે દેસાય છે ત્યારે તે ઠરી કે થીજી ગયેલી હોયછે વરાઝના એમ ઠરી જઈ પાણી થવાની ક્રિયાને **સંકોચન** કહેછે.

૭૫. વાયુની ઉષ્ણતાના પ્રમાણમાં તેમાં ઓછી વઝી વરાઝ રહી શકે. ઠંડી હવા કરતાં ગરમ હવામાં વધારે વરાઝ રહી શકે છે. આ તમે સરઝ રીતે બતાવી શકો. તમે શ્વાસ લોછો તે વેઝા દરેક

શ્વાસે પાણીની થોડીક વરાલ્લ બહાર નીકળે છે; વા ગરમ હોય છે ત્યારે તે અદૃશ્ય વરાલ્લ મોંમાંથી બહાર નીકળતાં વારને બહારના વામાં મળી જાયછે, અને તેમાં મળેલી રહેછે. પરંતુ તમારા મોંમાંથી શ્વાસ નીકળે તેને ટાલો પાડશો તો એ વરાલ્લનું પાણી થયેલું તમારા દીઠામાં આવશે. ઉદાહરણ, આરશી ( કે બીજા કોઈ શીતલ પૃષ્ઠ ) ઉપર શ્વાસ મૂકશો તો તમારું મોંમાંથી નીકળેલી વરાલ્લ કાચઉપર ધૂમસની છારીના રૂપમાં તુરત દેખાશે, કેમકે મોઢામાંથી નીકળેલો વા તે ટાલો પૃષ્ઠ આગલ શીતલ થવાથી બધી વરાલ્લ રાખી શકતો નથી, તેથી તેમાંની વરાલ્લનો કેટલોક ભાગ સંકોચાઈ એટલે ઠરી જઈ દેખાય છે. શ્વાસમાં નીકળતા વાની વરાલ્લ જોવા સારું શિયાળામાં સવારે બહુ ટાલ હોય તેવાં આરશીની ગરજ પડતી નથી, કારણ કે મોંમાંથી જેવી વરાલ્લ નીકળી કે તુરત આસપાસના ઠંડા વાને લીધે ઠરી જાયછે અને બારીક વાદળું કે ધૂમસ બની દેખા દેછે.

૭૬. વાયુ ઠંડો પડેછે ત્યારે વરાલ્લ રાખવાની તેની શક્તિ ઘટેછે. જે ઉષ્ણતાએ તેમાં મળેલી વરાલ્લ તે ધારણ કરી શકે છે તે ઉષ્ણતા કરતાં તે વધારે શીતલ થાયછે ત્યારે તેમાંની વધારાની વરાલ્લ ટાલકથી સંકોચાઈ દૃશ્ય થાયછે. જેટલી ઉષ્ણતાએ એ પ્રમાણે થાયછે તેટલી ઉષ્ણતા **અનિસેચન** કે **ઝાકલસ્થાન** કહેવાય છે ( ૮૫ મી કલમ જુઓ ).

૭૭. વાતાવરણમાં બધે વરાલ્લ હોયછે તેપરથી કોઈ પૂછે કે વરાલ્લ તેમાં શી રીતે જાયછે, અને ક્યાંથી જાય છે? રકાબીમાં કે થાલીમાં થોડું પાણી રેડી તેને યુલ્લી હવામાં મૂકશો તો તેમાંનું પાણી એક બે દિવસ કેહે ઓછું થયેલું દેખાશે. ઓછું થયું તે વાએ શોષી લીધું અને વધારે વલતસૂધી તે રકાબીને કે થાલીને ત્યાંજ રહેવા દેશો તો બધું પાણી વા શોષી લેશે, અર્થાત્ સૂકાઈ જશે. જેમ એ થોડું પાણી સૂકાયું તેમજ

આસી પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપરના પાણીની સપાટીપર, દરેક નદી, નાઝા, સરોવર, અને મોટા સાગરપરથી તે સૂકાય છે. પાણીની વરાઝ નિરંતર થયાં કરેછે, અને વાયુ તેને લઈ રાલેછે. પાણીના આ સૂકાવવાને **વરાઝ થવું** કે **બાષ્પભવન** કહેછે.

૭૮. ટાઢા વા કરતાં ગરમ વામાં વધારે વરાઝ રહી શકે છે, માટે રાત કરતાં દિવસે, અને શિયાઝા કરતાં ઝનાઝામાં બાષ્પભવનનું જોર વધારે હોયછે. રસ્તે છાંટેલા પાણીનું સૂકાવવું જૂદે જૂદે વલ્લતે ધીમું કે ઉતાવળું હોયછે તે તમારા જોવામાં ઘણીવાર આવ્યું હશે. સરુત તડકો પડેછે ત્યારે કલાક બે કલાકમાં પાણી છાંટેલા રસ્તા સૂકાઈ જાયછે, અને તડકો મંદ હોયછે ત્યારે સવારનું છાંટેલું પાણી સાંજે પણ પૂરું સૂકાયું હોતું નથી; શિયાઝામાં પાછલે પહોરે છાંઝા પછી પાછા સવારમાં છાંટે છે ત્યારે કાદવ થાયછે. તાપના દિવસમાં તપેલો વા પાણીની વરાઝને ઝટ અને મસ શોષી લેછે, અને ટાઢની રતમાં શીતઝ વા વરાઝનું શોષણ હઝવું અને થોડું કરે છે.

૭૯. વઝી કોરે દિવસે બાષ્પભવન ઉતાવળું થાયછે, કેમકે વાતાવરણમાં વાયુરૂપે જેટલી વરાઝ રહી શકે તેટલી પૂરેપૂરી હોતી નથી. પરંતુ વરસાદના દિવસમાં અમુક ઉષ્ણતાએ જેટલી વરાઝ વામાં રહી શકે તેટલી હોયછે ત્યારે બાષ્પભવન છેક થોડું હોયછે અથવા બીલકુલ બંધ પડેછે. તાપની મોસમમાં ધોબીનાં લૂગડાં ઉતાવળે સૂકાય છે અને ચોમાસામાં વાર લાગે છે તેનું કારણ એ કે એ ઋતુઓમાં વાતાવરણની વરાઝ શોષવાની શક્તિ સરસી નથી. કોઈ દિવસે વરાઝનું શોષણ વાયુ ઉતાવળે કરેછે તેથી લૂગડાં ઝટ સૂકાય છે. આકાશ નિર્મઝ હોય છે અને પવન વાય છે ત્યારે એમ બને છે, કારણ કે દરેક ક્ષણે તાજો વા લૂગડાંને અઢી

તેમાંની વરાલ્લ લેઈલેઈ ચાલતો થાય છે અને તેને ઠેકાણે બીજો તરસ્યો વાં વરાલ્લરૂપી પાણી પીવા આવે છે. જે દિવસોમાં વામાં મેઝ ઘણો હોય છે તે દિવસોમાં તે ધરાયલો ઇટલે વરાલ્લથી ભરપૂર હોયછે, તેથી વધારે વરાલ્લ માગ્યે લઈ શકે છે ને તેથી સવારે સૂકવવા નાંખેલાં લૂગડાં સાંજે પણ ખીનાં કે હવાયલાં હોયછે.

૮૦. પાણીની વરાલ્લ ક્યાં છે ત્યારે તેમાંની થાંડીક ગરમી વરાલ્લની જોડે જતી રહે છે. તમારા હાથને પોંચે પાણી ચોપડી તેને સૂકવવા ઇટલે વરાલ્લ રૂપે ઝડી જવા દો; તમને ટાઢક લાગે છે તેનું કારણ એ કે તમારી ચામડીની થોડીક ગરમી વરાલ્લ પોતાની જોડે લેતી જાયછે. વરાલ્લ સંકોચાય છે ત્યારે એમ લઈ લીધેલી ગરમી પાછી વાને આપી દે છે.

૮૧. એમ તમે શિશ્યા કે વામાં પાણીની અદૃશ્ય વરાલ્લ છે. એ વરાલ્લ નૈત્રોજન અને ઑક્સિજનના જથ્થાની જોડે સરસાવતાં બહુજ થોડી છે, તોપણ વાતાવરણનો આલ્હો સમૂહ લેતાં અતિ વિશેષ છે; એ વરાલ્લ આલ્હી પૃથ્વીના જલના પૃષ્ઠપર વાષ્પભવનથી ઇટલે સૂકાવાથી બની ઝંચે ચઢે છે, અને સંકોચન પામવાથી ઇટલે ઠરી જવાથી પ્રવાહી રૂપે પાછી આવે છે.

## ૧. જ્ઞાકલ્લ, ધૂમસ, અને વાદલ્લાં.

૮૨. શીઆલ્લામાં સૂરજ આથમ્યા પછી ઘણીવાર ધૂમસ દેરલી-એ છીએ, અને સવારે જ્ઞાકલ્લથી ઘાસ, જ્ઞાલનાં પાદડાં, વગેરે ખીનાં ને પાણીનાં ટીપાંવાલ્લાં જોવામાં આવે છે. વાદલ્લાં બને છે, ને વિલેરાઈ જાય છે, ફરી બને છે, વામાં દોઢે છે, તેમનો આકાર અને કદ બદલાય છે, તે તમે ઘણીવાર જોઈ શકો છો. વરાલ્લના સંકોચનનાં એ સઘલ્લાં દૃષ્ટાંત છે. એ ક્રિયા કેવી રીતે થાયછે તે આપણે તપાસીએ.

૮૩. આપણે ૭૬ મી કલમમાં વાંચી ગયા કે વા શીતલ પદ-  
વાથી વરાલ્લું સંકોચન થાયછે. વરાલ્લ સંકોચાય છે ત્યારે તે  
એકદમ વહેતા પાણીનું રૂપ ધારણ કરતી નથી. ગ્લાસના પાણીમાં  
બરફ નાખ્યાથી ગ્લાસ શીતલ થાય ત્યારે તેની બહારને પાસે  
પ્રથમતો જાકલ્લું પાતલું પદ બંધાય છે, અને પછી ધીમે ધીમે  
નીતર્યા પાણીનાં ટીપાં વાગે છે, ને રેલ જીતરવા માંડે છે. જાકલ્લ  
કે ઓસ એ પાણીના અતિ જીણા કણ છે. એ કણ એકઠા થાયછે  
ઘટલે ટીપાં બનેછે. ગ્લાસની બહારની બાજુએ થાયછે તેમજ સૃષ્ટિમાં  
મોટા પ્રમાણમાં બને છે. વરાલ્લ સંકોચાય છે ત્યારે પ્રથમ જાકલ્લ  
રૂપે દેખા દેછે. વા ટાઢો પડવાનું એ પરિણામ છે; માટે જાકલ્લ  
કે વાદળું બનતું જોવામાં આવે ત્યારે અનુમાન કરવું કે જ્યાં તે  
બનેછે ત્યાં વાયુ ટાઢો થવા લાગ્યો છે.

૮૪. ઓસ- સંધ્યાકાળે કે રાત્રે ઘાસ, પાંદડાં, પાહાણા, વગેરે  
વસ્તુઓપર જે ખીનાશ દેખાયછે તેને ઓસ કહેછે. જાકલ્લનાં પાંદ-  
ડાંપર ઓસનાં ચલ્લકતાં ટીપાં અને કરોળીઆના તાંતણા જેવા જીણા  
રેલા તમે પરોઢીઆમાં ઘણીવાર જોયા હશે. એ પાણી પાંદડાંમાંથી  
કે પાહાણામાંથી નીકળતું નથી. ગ્લાસમાં બરફ નાખવાથી તે ટાઢું  
પડ્યું તેથી તેની બહારને પાસે લાગેલો વા ટાઢો પડવાથી તે વા-  
માંનો ભેજ તેપર જણાયો તેમજ એ ઓસ વાતાવરણમાંનો છે. વા  
ટાઢો પડવાથી તેમાંની વરાલ્લની જાકલ્લ થાયછે, ને તે ઘાસ પાંદ-  
ડાં વગેરેપર જામે તેને ઓસ કહેછે.

૮૫. રાત્રે વાદળાં નથી હોતાં ત્યારે પૃથ્વીમાંથી ગરમી જતાવળી  
બહાર નીકળે છે; ઘટલે પૃથ્વીપર આજો દિવસ સૂર્યમાંથી ગરમી  
આવી હોયછે તેનો મોટો ભાગ રાત્રે શીતલ અવકાશમાં જાયછે  
(કલમ ૫૯). ધૃતી તેનું પૃષ્ઠ ટાઢું પડે છે; રાત્રે પાંદડે કે પત્થરે



હાથ લગાડ્યાથી તે ટાઢાં લાગશે. ટાઢી પહેલી જમીનની થડમાંના વાનો થર વરાઝસંકોચનવિંદુથી વધારે ટાઢો થયે, ઇટલે વરાઝતું પાળી થાય તેથી વધારે શીતલ થાય છે તેથી તેમાંની વરાઝતું પાળી થઈ ઘાસ, ઢાઢાં, પાંદડાં, પત્થરા, અને બીજી વસ્તુઓપર ક્ષાકલ રૂપે વરસે છે. જેટલી ટાઢે ઇમ વરાઝતું પાળી થવા માંડે છે, અર્થાત્ જે ઉષ્ણમાને વરાઝ ઠરી જાય છે તેને ક્ષાકલતું વિંદુ કે ક્ષાકલ સ્થાન કહે છે (કલમ ૭૬).

૮૬. ધૂમસ.—પૃથ્વીતું ટાઢું પૃથ્થ વરાઝ સંકોચન કરે છે તે બીજી રીતે પર્વતોપર જોવામાં આવે છે. શીતલ પર્વતના શિખરપર ડનો મેજવાલો વા વાય છે ત્યારે શિખરના સ્પર્શથી તે ટાઢો પહે છે અને તેમાંની વરાઝ ધૂમસ કે વાદલારૂપે દેખાય છે. ઘણી-ક વાર પર્વતની ટોચે જાણે ડનની ટોપી પહેરી હોય તેમ તેના આકાર પ્રમાણે વાદલોનો આકાર દેખાય છે, અને તેની આસપાસ બીજું ઇકે વાદલું જણાતું નથી. ઘણીવાર મલસકામાં ઇ સ્પષ્ટ દેખાય છે. જેમ જેમ ચડતો પહોર થતો જાય છે તેમ તેમ સૂર્યના તાપે પહાડની જમીન તપવાથી ત્યાંની હવા ઠંડી પડતી નથી, ને તેથી વાતાવરણમાં ધૂમસ ધીમે ધીમે પાછું શોષાઈ જાય છે. પરંતુ વલ્લી રાત પહે છે અને જમીનમાંની ગરમી બહાર નીકળી જવાથી તે ટાઢી પહે છે ત્યારે વાયુમાં વાદલું બંધાય ઇટલી વરાઝ હોય છે તો પાછું ધૂમસ બને છે અને ફરીને પર્વતે ડનની ટોપી પહેરેલી દેખાય છે.

૮૭. ટાઢી જમીન ગરમ વા માંહેલી વરાઝતું સંકોચન કરે છે તેમ ટાઢો વા પળ ગરમ વામાંની વરાઝને સંકોચન પમાડે છે. નદી-પર જે બનાવ બને છે તે તમે નિહાળીને જોશો તો આ પ્રકારના સંકોચનનાં દષ્ટાંતો તમારા જોવામાં આવશે. સૂરજ આથમ્યા પછી

નદીના પાણીમાંની ગરમી જેટલી ઉતાવળથી નીકળી જાય છે તેના કરતાં વધારે ઉત્તીવળે તેના બેડ કાંઠાની જમીનમાંની ગરમી નીકળી જાય છે, તેથી નદીના પાણીપરનો વા ટાઢો પડે છે. તેના કરતાં જમીન પરનો વા વધારે ટાઢો પડે છે. માટે નદીના કાંઠાનો વધારે ટાઢો વા પાણીના વાથી વધારે ગરમ અને ભેજવાળા વાને ઠેકાણે જાય છે ત્યારે વરાળ સંકોચન થઈ ધૂમસ બને છે. એ ધૂમસ રાતે અને પરોડીએ વહેલા ઉપર ઘણીવાર જોવામાં આવે છે.

૮૮. વાદળાં.—પરંતુ વરાળનું મુખ્ય સંકોચન જમીનપર થતું નથી, પણ વાતાવરણમાં થાય છે. જે વાદળાં આપણે નિત્ય જોઈએ છીએ તે બધાં વરાળસંકોચનથી બને છે. હરકોઈ કારણથી, જેમકે ઝંચે ચઢતાં વિસ્તાર પામવાથી અથવા વધારે ટાઢો પવન લાગવાથી, વરાળ ભરેલા ઝના વામાંહેલી ગરમી જતી રહે છે ત્યારે તે ટાઢો પડવાથી ધૂમસ બને છે તેજ વાદળું. આકાશમાં જે બને છે તે તમે નિહાળશો તો ઘણીવાર વાદળાં બનતાં જોવામાં આવશે. પ્રથમ નાતું ધોળું ધાવું દેખાય છે. તે ધીમે ધીમે મોટું થઈ બીજાં નાનાં નાનાં વાદળાંનો જમાવ થાય છે, અને છેલ્લે આકાશ બધું વાદળાંથી છવાઈ જઈ વરસાદ વરસે છે. એ રીતે જે વરાળ વામાં ટાઢી પડી સંકોચાય છે તે પૃથ્વીની સપાટીપરના પાણીના બાષ્પ-ભવનથી થાય છે. ઝના વાની જોડે એ વરાળ ઝંચે ચઢે છે. એ વા ઝંચે ચઢે છે તેમ તેમાંની ઉષ્ણતા ઘટે છે તેથી, તથા વાતાવરણના વધારે શીતલ થરનો સમાગમ થવાથી સઘળી વરાળ તે રાહી શકતો નથી; જે તેનાથી રાહી શકાતી નથી તે વધારાનીને છોડી દે છે તેના સંકોચન પામવાથી વાદળાં બને છે.

૮૯. ઇંગ્લાંદમાં ઝનાલાના દિવસમાં સવારે ઘણીવાર આકાશમાં વાદળાં હોતાં નથી. ચઢતો પહોર થાય છે અને પૃથ્વી તપે છે

તેમ વધારે વરાલ્લ બને છે; તપેલા ઝંચે ચઢતા વાની જોડે એ વરાલ્લ ઝંચે જઈ ત્યાંના વધારે શીતલ વાતાવરણને મઠે છે તેથી ટાઢી પડી તેનાં ધોળાં વાદળાં બને છે. એ વાદળાં વપોરે અને પાછલે પહોરે જોવામાં આવે છે. સાંજે બાષ્પભવન ઓછું થાયછે; વાદળાંમાં વધારો ન થતાં ઘટાડો થવા માંહેછે. મોટાં વાદળાં નાની વાદળીઓ થઈ જાયછે ને તેમાં ઘટાડો થતાં થતાં આકાશ બધું નિર્મલ થાયછે. એનું કારણ એ કે વાદળાં બની છેક નીચે ઊતરે છે અને નીચેની એટલે જમીનની થડમાંના ઉષ્ણ વાનો સમાગમ થવાથી તેઓ પાછાં ઓગળી જાયછે. આપણા દેશમાં પણ એ પ્રમાણે થતું કોઈવાર દીઠામાં આવેછે. વઢી આકાશમાં વાદળાં ફરતાં તમે ઘણીવાર જોયાં છે. ઊપલા વાના પ્રવાહમાં તેઓ તળાયાં જાયછે. એ પ્રવાહ જેમ વધારે જવરો ને ઉતાવળો તેમ વાદળાં વધારે વેગે દોડે. દૂરથી આવેલાં વાદળાંથી ઘણીવાર બધું આકાશ છવાઈ જાયછે. વામાં રહેલી વરાલ્લની સ્થિતિ નિરંતર કેવી રીતે બદલાય છે તે વાદળાંની આવજા નિહાલ્યાથી તમારા લક્ષમાં આવશે. કોઈ વેળા તે ઘાઢી થઈ જઈ તેનાં વાદળાં વનેછે, ને વઢી કોઈ વેળા પાતલી બની જૂદા જૂદા વાયુપ્રવાહ જોડે ઊઢી જઈ અદૃશ્ય થઈ જાયછે.

### ૬. વરસાદ અને બરફ ક્યાંથી આવે છે ?

૧૦. પૃથ્વીપરની નદીઓ, સરોવરો, અને સાગરોમાંથી સૂરજના તાપથી અગોચર વરાલ્લ થાયછે તેનું શું બને છે તે શોધવા તમે નીકળ્યા, અને તમને માલૂમ પડ્યું કે ટાઢી પડવાથી સંકોચાઈ તે વાદળાં રૂપે ફરી દેખા દેછે. પરંતુ તે વાદળાં આકાશમાં હમેશાં રહેતાં નથી. કોઈવાર તેઓ ઓગળી જઈ અદૃશ્ય વરાલ્લ બને છે. પણ ઘણીવાર તેઓ બીજી રીતે અદૃશ્ય થાયછે. પાણી બની જઈ વામાંથી

તે પૃથ્વીપર પડે છે, ને તેથી વરસાદ અને બરફ ઉત્પન્ન થાય છે.

**૧૧. વરસાદ.**—એ તો તમે સારી પેઠે જાણોછે કે વરસાદ આવેછે ત્યારે હમેશ આકાશમાંનાં વાદઝામાંથીજ આવેછે. માથે આકાશ નિર્મલ હોયછે ત્યારે વરસાદ વરસતો નથી. ભારે વાદઝા-થી આકાશ ભરાઈ જાયછે ત્યારે વરસાદ આવે છે. કાઝાં વાદઝાં સંકોચાઈ ભારે જ્ઞાપટું નાલે છે તે નજરે પડી શકે તેવું છે. ૭૧ મી કલમમાં ગ્લાસમાંના પાણીમાં બરફ મૂકવાનો પ્રયોગ કહ્યો છે, તેમાં ગ્લાસની બહારની બાજુએ જ્ઞાકળનો થર બાજે છે ને ધીમે ધીમે ટી-પાં બાજી કાચપર તેના રેલા ચાલે છે એ જોયલું તમને સાંભરતું હશે. હવે તે કાચપર બાજેલી જ્ઞાકળ અને આકાશમાંનાં વાદઝાં એ બંને વાંચે છૂટા પાડેલા પાણીનાં બારીક રજકળોનાં બને છે. એ રજકળોના એકદા થવાથી ટીપાં બને છે. પ્યાલાની બાજુપર તેના રેલા ઝતરે છે, અને વાદઝાંમાંથી તેનાં ફોરાં પૃથ્વી ઉપર વહેનાં ધામાં થઈને પડે છે. માટે વાતાવરણમાં રહેલી પાણીની વરાળનું વધારે સંકોચાવવું તે વરસાદ. સંકોચન વધેછે તેમ તેમ વાદઝાંના બારીક રજકળોમાં વધારે પાણી એકઠું થતું જાયછે, અને છેલ્લે પાણીનાં ફોરાં એટલાં ભારે થાયછે કે તેઓ હવામાં વધારે વાર ટકી શકતાં નથી. માટે તેઓ વરસાદનાં ફોરાં તરીકે પૃથ્વીપર પડે છે.

**૧૨. હિમ અથવા બરફ.**—વાદઝાંનું પાણી વઘી ત્રીજે રૂપે પણ પૃથ્વીપર મસ પડે છે. જલ ઠરે એટલી ટાઢ હોયછે ત્યારે વરસાદનાં ફોરાંને ઠેકાણે હિમકણ એટલે બરફનાં ફૂલાં વરસે છે.

**૧૩. બરફ વરસે એટલી ટાઢ આપણા દેશમાં પહોંતી નથી,** માટે અહીં તે જોવામાં આવતું નથી. બજારમાં જે બરફ વેચાય છે તે આકાશમાં થયેલું એટલે ફૂલ બરફ નથી. તે જમીનપર બંધાઈ



ચ઼કતાં બિંદુઓથી એવે પ્રકારે પ્રકાશ પ્રસરે છે કે તે ધોળું દેખાય. ફૂલ બરફના આકાર પ્રત્યક્ષ જોવા હોયછે ત્યારે તેનાં એક બે ફેરોં કાઢી મોંય ( કાઢા ઢગલાની જાણે બાંહે) પર મૂકે છે તેવારે ઓછો વત્તો છ કિરણનો પૂર્ણ તારો દેખાય છે. એ છ કિરણ સ્વચ્છ અને



#### આકૃતિ ૪ થી.-હિમકણનાં રૂપ.

પારદર્શક બરફની નાની સઢીઓ કે બિલોર બનેલાં હોયછે. હવા-માં થઈને પડતાં પરસ્પર અથઢાયાથી માંગી જાય એવાં એ કોમ઼્છ હોય છે. તેમનાં કેટલાક પ્રકાર ૪ થી આકૃતિમાં દર્શાવ્યા છે.

૯૬. વાતાવરણના ડપલા થર પાળીના હિમબિંદુ કરતાં વધારે શીત઼ છે. એ થરોમાં વરા઼ સંકોચન થાયછે તેમાં વાદ઼્યાનો વર-સાદ બનતો નથી. પૃથ્વીના પૃષ્ઠથી ડંચે ચઢતા ડળ્ળ વાયુમાંની વરા઼ એ ડંચા પ્રદેશોમાં ઠરી તેનું પાધરું બરફ બને છે; નાના બિલો-રના એકઠા થવાથી બરફનાં ફૂલ બંધાય છે. ડના઼માં પળ જે સુંદર ધો઼ી નાની વાદ઼ીઓ છેક ડંચે દેખાય છે તેઓ બરફની બને-છે એવું સંભવે છે. પરંતુ ડંગ્લાંઢ આદિ દેશોમાં શિયા઼ામાં પૃથ્વીના પૃષ્ઠની થઢમાંનો વા પળ કોઈવાર બહુ ટાઢો થાયછે ને તેથી ત્યાં જમીનપર બરફ પઢેછે, અને મોંયે ધો઼ી ચાદર પાધરી હોય તેવું જળાય છે. તાપ પઢે છે તેવારે તે ડોગ઼ી જાયછે.

૯૭. વરસાદ અને બરફ ડપરાંત વામાંનો મેજ કોઈવાર ફરંતું અને અર્ધ બરફનું રૂપ ધારણ કરેછે. ટાઢથી ઠરી ગયેલાં

વરસાદનાં ફોરાંના ગાંગઢા વરસે છે તેને કરાં કહીએ છીએ. પરંતુ વરસાદ અને બરફ બહુજ અગત્યનાં છે, માટે એ બે રૂપો સંબંધી કાંઈક વધારૂં કહેવું જોઈએ.

૯૮. સારાંશ.—પણ તેમ કર્યા પહેલાં વામાંની વરાલવિષે જે કહ્યું તેનો સાર કહાડીએ. આપણે જોયું કે પૃથ્વીપર બધી જગાએ પાણી સૂકાઈ તેની વરાલ થાય છે. એ બાળપભવનથી વામાં પુષ્કલ વરાલ હોય છે; એ વરાલ ઠરે છે ત્યારે શ્વાલ, ધૂમસ, અને વાદળાંના રૂપે દષ્ટિગોચર થાય છે. વળી આપણે એવું શિશ્યા કે વરાલનાં વાદળાં બને છે તેનો વરસાદ અને બરફ થાય છે, અને એમાંના હરકોઈ રૂપે પૃથ્વીપર પાણી પાટું આવે છે. એ રીતે નીચેની ઘન પૃથ્વી અને ઉપર વાયુની વચ્ચે પાણીની આવજા ચાલુ છે. જીવતાં રહેવાને માટે આપણા શરીરમાં લોહીનું ફરવું જેટલું જરૂરનું છે, તેટલી જરૂરની પાણીની આવજા પૃથ્વીને પ્રાણીઓને વસવા જોગ કરવાને છે. તે વાને જાણે ધૂણે; શહેરના ધૂમાઢા વગેરે મેલ હોય તેને કાઢી વાને સ્વચ્છ કરે છે. તે જમીનને ખીની કરી તેનું વિત્ત બહાર કાઢે છે. એમ થયેથી જમીન વનસ્પતિને પોષી શકે છે. વળી સ્રા, વહેળા, અને નદીઓને તે પાણી પૂરું પાડે છે. તાત્પર્ય કે પૃથ્વીપરનાં સર્વે પ્રાણી અને વનસ્પતિનો એ મુખ્ય આધાર છે. જગત્ ચલનનાં આવાં આવાં અગત્યનાં સાધનપર સૂબ ધ્યાન આપવું જોઈએ. માટે વાતાવરણમાંથી વરસાદ અને બરફ પૃથ્વીપર પડે છે ત્યાર કેહે તેમનું શું થાય છે તેપર હવે લક્ષ આપીએ.

## જમીનપર પાણીનું ભ્રમણ.

### ૧. વરસાદનું શું થાય છે ?.

૯૯. પૃથ્વીની સપાટીપરથી પાણીની વરાલ થઈને વામાં સદા

મળે છે અને તે ઠરો જઈને પાછી પૃથ્વીપર આવે છે, તોપણ એકંદરે અને ઘણે વર્ષે નદી, દરિયા, અને સરોવરનાં પાણીમાં દેખાઈતો વધઘટ થયેલી જણાતી નથી; માટે બાષ્પભવન અને સંકોચન સમતુલ્ય છે.

૧૦૦. પરંતુ એ સ્પષ્ટ છે કે જે ક્ષણે પાણી વામાંથી નીચે પડે છે તેજ ક્ષણે તેની વરાઝ થતી નથી. વરસાદનું જ્ઞાપટું આવી રહ્યા પછી તરતજ રસ્તા સૂકાઈ કોરા થતા નથી. અને કલાકના કલાક સૂધી ભારે વરસાદ પડેછે ત્યારે આશ્વો દેશ જલમય થાયછે અને વરસાદ બંધ પડ્યા પછી પણ ઘણા દિવસ સૂધી એ પ્રમાણે રહે છે. સૂકાઈ જવાથી ઇટલે બાષ્પભવનથી વરસાદનું કેટલુંક પાણી અદૃશ્ય થાયછે, પરંતુ એ રાતે તેનો થોડો ભાગ લોપ થાયછે. વરસાદના પાણીનો મોટો ભાગ બીજે પ્રકારે અદૃશ્ય થાયછે.

૧૦૧. સાગરોપર જે વરસાદ વરસે છે તે પૃથ્વી પરના એકંદર વરસાદનો વિશેષ ભાગ છે, કેમકે જમીનની સપાટી કરતાં સાગરની સપાટી લગભગ ત્રણ ગણી મોટી છે. એ વરસાદનું પાણી દરિયાના ધારા પાણી જોડે મળી જવાથી ઓઝાલી શકાતું નથી. બાક થઈ ઝડી જવાથી સમુદ્રનાં પાણીમાં ઘટ પડે તે ઘણીલ્હરી એ પાણી-વહે પૂરી પડેછે, કારણ કે બાષ્પભવન થવાનું સર્વથી મોટું સ્થાન સાગર છે. વાતાવરણમાં વરાઝ હોય છે તેમાં વધારે મોટો હિસ્સો સાગરપર બનેલી વરાઝનો છે.

૧૦૨. તેમ વળી તમામ જમીનપર કુલ વરસાદ વરસે છે તેનો અર્થો પણ પુષ્કળ હોય જોઈએ. ઉદાહરણ, એવો અહમદી કહાદ-વામાં આવ્યો છે કે બ્રિટિશ દ્વીપોમાં દરવર્ષે લગભગ ૬૮ ઘન મૈલ વરસાદનું પાણી પડે છે અને એથી વધારે વરસાદ થાયછે એવા બીજા દેશો ઘણા છે. જમીનપર જે વરસાદ વરસે છે તેવિષે તપાસ



કરશો તો તમારા જાળવામાં આવશે કે તે પાણી એકદમ સૂકાઈ જઈ અદૃશ્ય ન થતાં બીજી રીતે જતું રહે છે. વરસાદ વરસે છે ત્યારે જે બને છે તેની નિરીક્ષા કરો. વરસાદ ભારે હશે તો કચરાળા પાણીનાં વહેણ શેરીઓ, પોલો, અને રસ્તાપર વહેતાં અને खेतરામાં-થી નીકળી વહેઝામાં મળતાં જોશો. એમાંના હર કોઈ વહેઝા જોડે ચાલ્યા જશો તો તે વહેણ કોઈ મોરી કે નાઝામાં જતું દેખાશે; મોરી કે નાઝાનું પાણી મોટા વહેઝામાં જાય છે; વહેઝાનું પાણી નદીમાં જાય છે; અને ઘણે દૂર જશો તો તે નદીનું પાણી દરિયામાં જતું દેખાશે. હવે દુનિયા માંહેલાં સર્વે નદી નાઝામાં એ રીતે પાણીનું વહેણ ચાલે છે તેવિધે વિચાર કરશો તો જમીનપરથી વરસાદનું પાણી સાગરમાં કેટલું બધું જાય છે તેનો તમને તુરત સ્વાલ આવશે.

૧૦૩. પણ શું વરસાદનું બધું પાણી એ રીતે સાગરમાં એકદમ વહી જાય છે ? બેશક નહિ. એનો તમે સહજ પુરાવો આપી શકો. ધારો કે વરસાદ આવ્યા પહેલાં જમીન બહુ કોરી હતી અને વરસાદ બંધ પડ્યા પછી તમે પાવડે खોદી થોડીક માટી કાઢો તો એ વેઝા શું તે માટી સૂકી હશે ? ના, તે માટી કોરી હતી નથી, કેમકે વરસાદનું થોડુંક પાણી જમીનમાં ઊતરેલું છે. તમે વધારે ઊંડું खોદશો, અથવા મજૂરો ઊંડો खાઢો खોદે છે તે વેઝા તે જોશો તો તમારા દીઠામાં આવશે કે અંદરની જમીન ભીની છે એટલું જ નહિ, પણ તેમાં પુષ્કળ પાણી છે તેને ભેગું કરી ઉપર લાવી શકાય. માટે સ્પષ્ટ છે કે જમીનપર વરસાદ આવે છે તેનો ઘણોક ભાગ જમીનની અંદર ઊતરી એકઠો થવો જોઈએ. તમે એમ ધારૂતા હશો કે એ રીતે જે પાણી અદૃશ્ય થાય છે તે ઉપર કહેલી સામાન્ય આવજાથી સ્વ-ચીત ધિરૂદું પઠવું જોઈએ. સપાટીની નીચે તે જાય છે ત્યારે ફરીને સપાટીપર તે શી રીતે આવી શકે ?

૧૦૪. તોપણ એવિષે થોડો વિચાર કરવાથી તમારી સાતરી થશે કે સપાટીની નીચે તેનું ગમે તેમ થાય છે તો એ તે વરવાદ જતું નથી. વરસાદનું જેટલું પાણી જમીનની અંદર ઊતરે તેટલું સપાટી-પર આવજા કરનાર પાણીથી સદા વિચૂટું પડે તો પૃથ્વીની સપાટી-પરના પાણીના જથામાં હમેશાં અને દેખાઈતો ઘટારો થવો જોઈએ. સાગર વધારે સાંકડા અને છાછર થતાં જવા જોઈએ; નદીઓ અને સરોવરો સૂકાતાં જવા જોઈએ. પરંતુ જે નિરીક્ષા થઈ શકે છે તેમાં એ પ્રમાણે થતું માલૂમ પડતું નથી; ઘણા જમાના થયાં સાગરનો વિસ્તાર અને ઝંઘળ જેવાંને તેવાં છે અને નદીઓ તથા સરોવરો પણ જેવાંને તેવાં છે. માટે જે પાણી જમીનની અંદર જાય છે તે ફરીને પૃથ્વ ઉપર આવતું ન હોય તો તે એટલું થોડું હોવું જોઈએ કે જે પાણી પાછું આવે છે તેમાં દેખાઈતો તફાવત પડે નહિ. વરસાદનું ફેટલુંક પાણી જમીનમાં જતું રહે છે તે છતાં વાતાવરણ, ભૂમિ, અને સાગરમાં પાણીની આવજા થાય છે તે દેખાઈતી ઘટ વિના થયાં કરે છે.

૧૦૫. માટે તમને એવું અનુમાન કરવું પડે છે કે જમીનની અંદરનું પાણી પૃથ્વ ઉપર આવવાને કોઈ માર્ગ હોવો જોઈએ. એ પાણી ફરણવડે ઉપર આવે છે તે હેઠલા પાઠમાં તમે શિલ્પશો. એ ફરણ પૃથ્વીમાંથી બહાર નીકળી નદી નાળાંને પોષે છે, અને તે વાટે સાગરમાં જાય છે.

૧૦૬. વરસાદનું શું થાય છે ? એ પ્રશ્નનો હવે તમે ઉત્તર આપી શકો. એનો મોટો ભાગ જમીનમાં ઊતરે છે અને પછી ફરીને ફરણને રસ્તે બહાર આવે છે; એનો થોડોક ભાગ નદી નાળાંમાં એકઠો થાય છે; અને એ ભાગમાંના જેટલા જલની વરાલ થઈ નહિ હોય તેટલું જમીનપર વહી છેલ્લે સાગરને મળશે.

૧૦૭. માટે વરસાદના પાણીને જવાના બે ભિન્ન માર્ગ છે—  
 એક જમીનની નીચે અને બીજો જમીનની ઉપર. બે પાણી જમીનની  
 અંદર જાય છે તે વિષે પ્રથમ કહેવું સુગમ પડશે.

## ૨. ઈરણ કે ઈરા શી રીતે બનેછે ?

૧૦૮. વરસાદનું જે પાણી જમીનમાં ઊતરે છે તે વિષેનો આ  
 પાઠ છે. દેશ દેશોનાં પૃથ્થ જે માટી અને પાહાણાનાં બનેલાં છે તેની  
 લક્ષ્યપૂર્વક પરીક્ષા કરેથી જણાય છે કે કઠણાશમાં અને કુમાશમાં  
 ( તેના દાણામાં ) તેમની વચ્ચે મોટો ભેદ છે. કેટલાંક પોચાં અને  
 છિદ્રાળુ છે, અને કેટલાંક કઠણ અને સંગીન છે. ઇથી કોઈમાં  
 વધારે પાણી ઊતરે છે અને કોઈમાં ઓછું ઊતરે છે. ઉદાહરણ,  
 રેતાલ જમીન **છિદ્રાળુ** કે **જલારોધક** છે, કેમકે રેતીના કણ  
 કણ છૂટા છૂટા હોયછે અને કોઈ બિંદુએ તેઓ એકબીજાને માત્ર અડકે-  
 છે તેથી તેમનો વચ્ચે સ્વાલી જગ્યા રહેછે. એ સ્વાલી જગ્યામાં પાણી  
 ઘટ ઊતરી પડે છે. જેમ ઘાદઢી પાણી ચૂસી લેછે તેમ રેતાલ  
 ભોંય પાણીને લઈ લે ને નીચે ઊતરી જવા દે. પણ માટીની જમીન  
**અછિદ્રાળુ** કે **જલારોધક** હોય છે; એના કણ વધુ કણીયા અને  
 એક એકનો ઘણા પાસે રહેલા હોયછે તેથી પાણીને ઊતરતાં અટકાવે-  
 છે. જ્યાં એવું તઢીયું હોય ત્યાં પાણીને નીચે ઊતરી જવાનો માર્ગ  
 મઢતો નથી, અને નીચેથી ઉપર આવી શકાતું નથી. તે માટીમાં  
 રોકાઈ તેને બીજો રસ્તો શોઢવાની જરૂર પડે છે.

૧૦૯. રેતાલ ભોંય કોરી હોય છે તેનું કારણ એ કે તેમાં થઈને  
 વરસાદનું પાણી ઘટ નીચે ઊતરી પડે છે; માટીની જમીન બીની  
 હોય છે, કેમકે તેમાં પાણી મચેલું રહેછે; નીચે ઊતરી જવાનો માર્ગ  
 માટીમાં પાણીને ઘટ મઢતો નથી.

૧૧૦. વરસાદનું પાણી અને ઓગળેલા બરફનું પાણી ભોંયમાં કતરે છે ત્યાંજ રહેતું નથી. જમીનમાં ઝંડો खाढो खोदशो તા નીચેનાં પહોના રજકળોનો વચ્ચે સમાઈ રહેલું પાણી खाढानी बाजु-ઓમાંથી ફરતું તથા खाढाने तळीए थोडीवारमां एकठुं थियेलું જોવામાં આવશે. એ પાણીને બહાર ડાલેલી નાલશો તો એ પાસાઓમાંથી પાણી ફર્યા કરશે, અને થોડા વચ્ચેનાં ફરીને खाढामां પાણી ભરાશે. એ ઉપરથી તમે જોશો કે જમીનની અંદરના પાણીને જવાની વાટ જડે તે વાટે તે વહે.

૧૧૧. હવે જમીનની અંદર માટી, રેતી, અને પાહાણનાં પહો છે તેમાંનાં ઘણાંક છિદ્રાકુ હોયછે, જેમકે રેતીના પથ્થર. વઢી તેઓમાં થોડી ઘણી ફાટ પહેલી હોયછે; વચ્ચે તરડાયલા કાચના જેવી ક્ષીણી તડો હોયછે, અને વચ્ચે મોટા પહોળા ચીરાડા અને બાકાં પહેલાં હોયછે. જમીનની નીચેના પાણીને વહેવાના માર્ગ એ છે. માટે પાણી બિલકુલ કતરી શકે નહિ એટલું કઠણ અને સંગીન પડ હોય, તથાપિ તેમાં ઘણી ફાટ હોય, તો તેમાં થઈને પુષ્કળ પાણી વહી શકે. ઉદાહરણ, ચૂનાનો પથ્થર અતિ કઠણ છે; તેના કળોમાં થઈને થોડુંજ પાણી જઈ શકે છે; તોપણ તેમાં એટલી બધી ફાટ હોયછે અને તે ફાટોમાંની ઘણીક એટલી તો પહોળી હોયછે કે તેમાં થઈને પુષ્કળ પાણી વહે છે.

૧૧૨. જે પહાડી પ્રદેશોમાં ભોંય છેડાયલી નથી તેઓમાં ઘણે ઠેકાણે કનાલામાં પણ મીની જમીન કે છબ્હવા પાણી દીઠામાં આવે છે. આસપાસની જમીન સૂરજના તાપે સેકાઈને કઠણ થઈ ગયેલી હોયછે, પરંતુ એ સ્થળો, એટલો તડકો છતાં, ભેજવાળાં રહે છે. એ પાણી એ સ્થળોમાં ક્યાંથી આવે છે? વાયુમાંથી નથી આવતું એ સ્પષ્ટ છે; કેમકે એમ હોય તો આસપાસની બધી ભોંય

મીની ને પાણીવાઝી હોય. તે ઝંચેથી આવતું નથી; પરંતુ નીચેથી આવે છે. ત્યાં જમીનનું ઝરણ બહાર નીકળે છે; અને નીચેથી પાણી નિરંતર બહાર નીકળ્યાં કરે છે તેથી ત્યાં પાણી કે ( થોડું પાણી હોય તો ) મીનું રહે છે. તમે જોશો કે બીજાં સ્થળોમાં પાણી જમીનની અંદર ઊતરે છે એટલુંજ નહિ, પણ સ્વચ્છ પાણીનો નાનો પ્રવાહ ચાલે છે. એ વહેવાના મૂલ સૂધી ચાલ્યા જશો તો મોંઘમાંથી કે પથ્થરમાંથી એ પાણીને ઝરતું કે ધસી આવતું જોશો. એને ઝરણ કે ઝરો કહે છે.

૧૧૩. જમીનની અંદરના પાણીને બહાર નીકળવાના રસ્તા એ ઝરા છે. પરંતુ તમે એમ પૂછશો કે એ પાણીને બહાર શાવાસ્તે નીકળવું જોઈએ ? અને શાથી તે ઉપર આવે છે ?

૧૧૪. પૃથ્વીનાં ઘનાં પહો એક એકપર કેવી રીતે રહેલાં છે તે નીચેની આકૃતિ પરથી સમજાશે. જમીનમાં કૂલો ખોદશો તો એવી રચના નજરે પડશે. તેઓ ચપટા થર જેવાં ગોઠવાયલાં છે. આપણે એમ ધારીએ કે a એ માટીનું જલરોધક ચપટું પહ છે, અને b એ રેતી જેવા પદાર્થનું છિદ્રાળુ પહ છે. જમીનના પૃષ્ઠ ઉપર વર-

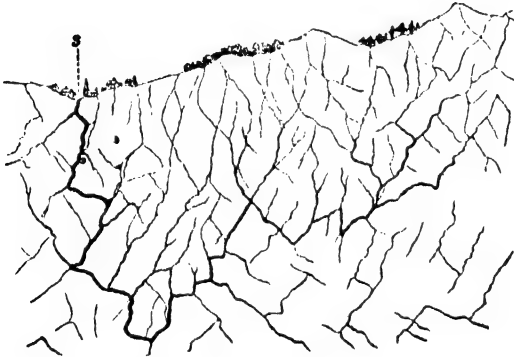


આકૃતિ ૫ મો.—સપાટીપરનાં ઝરણની ઉત્પત્તિ કે મૂલ.

સાદ વરસે તેનું પાણી ઊપલા પહનો માંહે ઊતરેછે પણ તેની નીચેનું પહ તેને અટકાવ કરેછે, તેથી તે ત્યાં એકઠું થાયછે, અથવા તે હે-ઠલા પહ ઉપર વહેતું બહાર નીકળે છે. કોઈ સ્ત્રોત કે સ્ત્રીનું તળીયું એ પાણીના વહેવાના માર્ગની સપાટી નીચે હશે તો આકૃતિમાં s s આગળ બતાવ્યા મુજબ સ્ત્રીની નાણુએ ઝરણ બહાર નીકળશે.

આ ઠેકાણે બે ભિન્ન ભિન્ન પ્રકારનાં પહાડના સંગમમાં પાણી ફરેછે, તેમ કોઈ ઠેકાણે ઉપર કહેલી પુષ્કળ ફાટમાંની કેટલીક ફાટમાં થઈને પાણી વહેછે. માર્ગ હોય તો પાણી ઉપર, આગળ, કે હેઠલ વહ્યાવિના રહે નહિ, પછી ગમે તે પ્રકારનો માર્ગ હોય;<sup>૧</sup> અને જમીનની અંદરનાં પહોમાં ઇટલી બધો ફાટ હોયછે કે તેને વહી જવામાં મુશ્કેલી લાગતી નથી.

૧૧૫. પરંતુ જમીનની અંદરનું ઘણુંક પાણી ટાપોની સપાટીની અને સાગરની સપાટીની નીચે ઊતરતું હશે. મૈલના મૈલમૂર્તી તે



આકૃતિ ૬ ઠી.—કોઈ પ્રદેશના ભાગનો સ્વંદ ઝંઙા ફરણનું મૂલ દર્શાવે છે. પથરાની પુષ્કળ ફાટોમાં થઈને પાણી મુખ્ય વહે-  
લામાં જાયછે અને પાછું ફરણરૂપે ઉપર દોઢી આવે છે.

નીચે ઊતરે, તોપણ આખરે તે પાછું પૃથ્ઠ ઉપર આવે છે. આ શી રીતે બને છે તે સ્પષ્ટ મનમાં ઊતરે માટે વરસાદનું એક ફોરં જમી-  
નમાં ઊતરેછે ત્યારથી તે પાતાલમાં ઉપર તલે ઘણો કાલ ફરી પૃથ્ઠ

પર પાણું આવે છે ત્યાંસૂધી તેની પાછલ જઈએ. બીજાં ફોરાં જોડે મલી જઈ તે મોંયમાં ઊતરી જાયછે, અને પહોની ફાટ માંને કોઈ સેર વહેછે કે ટીપાં ટપકે છે તેમાં અથવા પાતાલમાં ઊતરતા મોટા વહેલામાં તે ભલેછે. એ રીતે કદાસ તે હજારો ફૂટ ઊંડું ઊતરો જે પહમાં પેશી વધારે ઊંડા ઊતરાતું નથી ત્યાં આવી પહોંચે. આશ્વે રસ્તે આડાં અવલાં ઘૂસતાં તેની પાછલ બીજાં ફોરાં લાગેલાં છે તેઓ વધાં પળ ત્યાંજ આવી અટક્યાં. આ વધાં ફોરાં એકઠાં થવાથી પાણીનો મોટો જથો ભેગો થાયછે, અને પૃથ્વિ ઉપરથી નવું પાણી સદા ઊતરી તેપર વધારે વધારે દબાળ કરેછે. હેઠે ઊતરાતું નથી ને ઉપરથી દબાળ વધ્યું જાયછે તેથી કોઈ બીજી દિશામાં જવાનું તે કરેછે. ઉપરથી આવતા પાણીના દબાળથી ફાટો, સ્વો, વગેરેમાં તે પાણી ધસે છે, ને ઉપર ચઢે, વઢી નીચે ઊતરે, વઢી ઉપર ચઢે, એમ કરતું કરતું કોઈ ટેકાળે સ્ફરણરૂપે દોડી આવતું દેખાય છે ( પદાર્થ વિજ્ઞાનની પ્રવેશ પાંચીની ૨૩ મી કલમ જુઓ ).

૧૧૬. એ રીતે જમીનમાંથી પાણી નીકળી પુષ્કલ સ્ત્રા વહે-  
છે તેમાંનો પ્રત્યેક સ્ત્રો સિદ્ધ કરેછે કે જેમ પાણી પૃથ્વીના પૃથ્વિઉપર  
ભમે છે તેમ પૃથ્વીની નીચે પણ ફરે છે. એમ પોતાની મેલે ઉપર આ-  
વેલાં સ્ત્રાનો ઉપરાંત હાથે સ્વાદા સ્વોદવાથી પણ એ પાતાલનું વહેણ  
સાબીત થઈ શકે છે. એ પાણી લેવામાટે લોક કૂવા સ્વોદાવે છે. સ્વાળં,  
સ્વાદા, પથ્થરની સ્વાળ, અને હરકોઈ જાતના ઊંડા સ્વાદા સ્વોદતાં  
એ પાણી ઘણી અદ્યચ્છ કરે છે; તેઓને કોરા સ્વોદવાને બંબેવતી  
પાણીને ડાલેલી કાઢવું પડે છે.

### ૩. જમીનની નીચે પાણીની કૃતિ.

૧૧૭. પૃથ્વીમાંથી સ્ત્રાનું નિર્મલ બિલોરના જેવું પાણી નીકળે-

છે તેથી બીજું કોઈ પાણી વધારે સ્વચ્છ દેખાતું નથી. રસાયન-શાસ્ત્રમાં જેને પૂર્ણ સ્વચ્છ પાણી કહેછે તેમાં ઑક્સિજન અને હૈદ્રો-જન નામે માત્ર બે તત્ત્વો રહેલાં છે. પરંતુ ફરણનું પાણી ગમે તેટલું નોતર્યું અને કાચના જેવું ચઢકતું હોય તોપણ તેમાં કાંઈક બીજી વસ્તુ રહેલી છે. રસાયનશાસ્ત્રના પૂર્ણ સ્વચ્છ પાણીને ડકાઢી બાઢી નાંખશો તો વરાઢ થઈ ડઢી જતાં વાસણમાં કાંઈપણ મેઢ પાછઢ રહેશે નહિ. વરસાદના પાણીમાં વાયુમાંથી થોઢોક મેલ મળેછે, તોપણ તે લગભગ સ્વચ્છ કહી શકાય, પરંતુ ફરણનું પાણી ડકાઢી બાઢી નાંખશો તો વાસણમાં પાછઢ ઘન પદાર્થ બાકી રહેલો દષ્ટિએ પડશે. એ રીતે પાણીની ચકચકતી પારદર્શકતા તેની રસાયની શુદ્ધતા દર્શાવે છે એમ ન જાણવું ( રસાયનશાસ્ત્રના પ્રવેશ પુસ્તકની ૨૦ મી અને ૨૧ મી કલમ જૂઓ ).

૧૧૮. હવે વરસાદનું પાણી તો લગભગ નિર્મલ હોયછે, પણ તે જમીનના પેટામાં ડપર નીચે રટણ કરી પાછું મથાળે પૃષ્ઠ ડપર આવેછે ત્યારે હમેશ તેમાં થોઢી ઘણી બીજી વસ્તુઓ મળેલી હોયછે તેપરથી અનુમાન કરવું પડેછે કે તે વસ્તુઓ તેણે માર્ગમાંના થરો-માંથી લીધી. એ પદાર્થ તેમાં અદશ્ય રહેલા છે, કેમકે તેઓનું રસાયન મિશ્રણ થયેલું છે ( રસાયનશાસ્ત્રના પ્રવેશ પુસ્તકની ૨૩ મી કલમ જૂઓ ). કોઈ વાસણમાં થોઢુંક મીઠું કે લાંઢ મૂકી તેપર પાણી રેઢશો તો તે પાણીમાં ઓગઢી જઈ અદશ્ય થશે. તે પાણીજોઢે મઢી મેઢસેઢ થઈ જાયછે. તમે તેને જોઈ શકતા નથી, પરંતુ પાણીજોઢે મઢી જવાથી તેમાં જે સ્વાદ આવેછે તેણે કરીને તમે તેને ઓઢલવી શકોછો.

૧૧૯. એ રીતે મોંયમાં ડતરેલું પાણી અંદરની વસ્તુઓનો થો-ઢોક ભાગ ઓગાઢી પોતાની જોઢે સપાટીપર આણેછે. પરંતુ તમે



એમ કહેશો કે શાંદ અને મીઠું તો પાણીમાં ડૂબ પીગળી જાય છે, પણ નક્કર પાહાણા તેમ ઓગળતા નથી; તો નક્કર પથ્થરમાંથી ઘન મઠ ડૂરણો કેમ લાવી શકે ?

૧૨૦. તમને યાદ છે કે વાનાં ઉપયોગી અંગભૂતોમાં કાર્બોનિક આસિડ નામે એક વાયુ છે, અને વનસ્પતિ અને પ્રાણી એ પદાર્થને વામાંથી લે છે અને વાને અપિ છે ( ૪૪ મી કલમ જુઓ ). વાતાવરણમાં થઈને પૃથ્વીપર આવતાં થોડાક વાનું વરસાદ શોષણ કરે છે. થોડોક કાર્બોનિક આસિડ ગાસ, ધૂળ અને મેશના રજકણ, હાનિકારક વાયુ, બારીક જીવ, બીજ, અને વામાં ઊડતી બીજી વસ્તુઓ વરસાદમાં મળી જાય છે, ને તેની હારે પૃથ્વીપર પડે છે. એ રીતે તે જાણે વાયુને ધોઈ સાફ કરી વધારે ગુણકારી કરે છે.

૧૨૧. વામાંનો મેલ વરસાદ લેતો આવે છે એટલું જ નહિ, પણ જમીનપર પડ્યા પછી એ મેલમાં ઘણો વધારો થાય છે. સ્વેતર કે બાગમાંની થોડી માટી લેશો તો તેમાં અતિ બારીક રેસા અને કોહી જતાં મૂઝીઆં મઢેલાં દેખાશે. એમાં હમેશાં સકરણ પદાર્થ, અને તેમણે ( કલમ ૪૪ મી ) કાર્બોનિક અને બીજા કેટલાક આસિદ ઓછા વચ્ચા મઢેલા હોય છે. એમાંની થોડીક માટી લોટાના તવેથાપર મૂકી દેવતાપર ધરશો તો તે સકરણ પદાર્થ બહી જશે, કાર્બોનિક આસિદ જતો રહેશે, અને માટીનો રંગ બદલાઈ જશે.

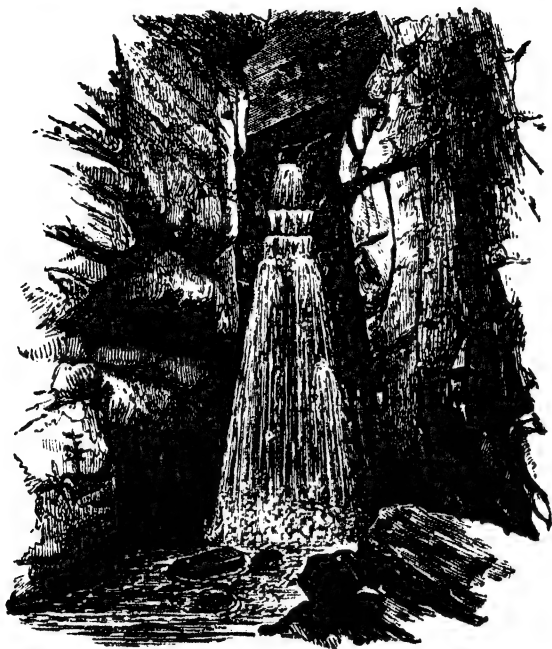
૧૨૨. વરસાદ વાયુમાંનો કાર્બોનિક આસિદ લેતો આવે છે તેમાં જમીનમાંથી વધારે મેઢવી ઉમેરો કરે છે ને તેવડે પાષાણપર હૂમલો ફરી તેમનો ભક્ષ કરે છે. નિર્મલ પાણી એ રીતે પાહાણા શાંદ શકતું નથી ( રસાયનશાસ્ત્રની પ્રવેશ પોથીનો ૨૮ મો પ્રયોગ જુઓ ).

१२३. घणा पाहाणापर, अने केटलाक अतिकठण प्राहाणापर पण, कार्बोनिक आसिदवाळ पाणीनी जबरी असर थायछे. तेमंतुं द्रव्य ओठुं वतुं ओगाळी पोतानामां भेली साथे लई जायछे. उदाहरण, चाक के चूनाने एवुं पाणी लागेछे तयारे ते घणोखरो ओगळी जई तेमां मळी जोडे जायछे, अर्थात् तेवा पाणीथी ए पाहाणा खवाई के घसाई जायछे. ए मिश्रण ते पाणीमां चळकतुं अने नीतयुं जणाय. जे देशोमां चाक अथवा चूनाना पत्थर पुष्कळ होयछे ते देशोमां पाणीनी ए कृतिवडे जमीनतुं पृष्ठ खवाई जई तेमां खाढा पडेछे. एवा प्रदेशमांनां झरणोतुं पाणी हमेशां भारे के कठण होयछे, एटले तेमां खनिज पदार्थ पुष्कळ होयछे; परंतु वरसादना पाणीमां थोडोज मळ होयछे ते अने जे झराना पाणीमां थोडो मळ होय ते हलकुं के नरम कहेवायछे (रसायन-विद्या प्रवेश पाथीनी कलम २६ मी जूओ).

१२४. झरणतुं पाणी जमीनमांथी जे पदार्थो लावेछे तेमांना घणा पदार्थो प्राणी तथा वनस्पतिने उपयोगी छे. उदाहरण, चूनो, खार अने लोढु झरणना पाणीमां आवेछे तेओ सर्वेअति अगत्यनां छे. प्राणीनां हाडकां बनवामां चूनो काम आवेछे, अने लोहीने रंग लोढाथी चडेछे. ए वस्तुओ जोईए एटली आपणा घन खोराक-मांथीए मळेछे, तोपण झरणना पाणीमां ए पदार्थो होवाथी वरसादना पाणी करतां ते पीवामां अने रांधवामां वधारे गुणकारी छे.

१२५. आखी पृथ्वीपर वहेता झरामांतुं दरेक झरण अंदरथी कोई पदार्थोने पोतामां भेली पृष्ठउपर लावेछे, तेथी ए स्पष्ट छे के एम ओगळी पाणी जोडे घसबाई आववाथी अंते पृथ्वीनां पडोनो एकंदर घसारो घणो थयाविना रहे नहि. पाताळना पाणीने वहेवाने पहीळां कोतरो अने खो होयछे तेनुं कारण हवे तमे समजी

શકશો, કેમકે જેને અહીંને પાણી વહેછે તેમાંથી થોડો ભાગ તે હરી લેછે, તેથી ચીરા અને ફાટો પહોઝી થઈ ધીમે ધીમે વધારે



આકૃતિ ૭ મી.—ધરતીની અંદરના ચૂનાના પાહાણામાં  
પાણીનું સ્વોદેલી નલોલ.

પહોઝા રસ્તા બનેછે. એ રીતે દુનિયાના જૂદા જૂદા ભાગોમાં  
જમીનની નીચે ઘણા ગજ ઝંચી અને ઘણા મૈલ લાંબી મોટી ગુફા-  
ઓ બનેલી છે.

## ४. पृथ्वीना पृष्ठनो क्षय शी रीते थायछे?

१२६. हरकोई पत्थराना मकानने बंधांव्याने बसें चारसें वरस थीं गयां होयछे त्यारे तेनी भीतपर सलाटोनी करेली सफाई अने झोभा जती रहेछे. पत्थरा खई जई तेमां छिद्रो अने खाढा पड़ेछे, अने थांभला अने बारी बरणांनू नकशी एटली खरी जायछे, के ते पर कहाहेलां चित्र ओळखी सकातां नथी. जूनी इमारतो काळथी खवाई जायछे ए बिना एटली तो बाणीती छे के जूनां मकानमां तेनी निशानी होवी जोईए एवुं सवें धारेछे, अने ते नजरे पड़तुं नथी त्यारे ते इमारत खरेखरी जूनी छे एविषे संदेह रहेछे.

१२७. बस्ती मस्जिदोनी पासे कबरो होयछे तेओ जेम जूनी तेम तेओपरना पत्थरा वधारे खवाई गयेला देखायछे. कोईक धरो-परना लेख.तो' थोडा जमानापरज कोतरावेला छतां एटला खई गयेला होयछे के तेमां कोनां नाम अने गुण नोधेलां छे ते वंचाई सकातुं नथी. शहरेमां एवुं वधारे जोबामां आवेछे.

१२८. एम काळे करीने कठण पत्थरातुं खवाई जवुं तमारा जाणवामां छे. पण ए कौतक शाबी बतुं हसे एवो प्रथम तमने कदी सूझेले? पत्थरा शाबी खई जायछे, अने तेथी कियां कार्यों पार पड़ेछे?

१२९. इमारतो वगेरे मनुष्ये करेलां बीजां बांधकामोमां ए खई जवुं नजरे पड़ेछे, अने ते केटलुं बयुं छे ते मापी सकाब, केमके अत्यारे स्पाहाण सूझे एटला खरबचढा अने खई गयेला होय, पण ज्यारे तेओने चण्या त्यारे कडीआओए लीसा कर्या हता. आ क्षय माणसनां वणतर कामोमां मात्र छे एम नथी. आखी पृथ्वीना पृष्ठपर ए थयां करेछे.

૧૩૦. પૃથ્વીનું પૃષ્ઠ સર્વ જાયછે, અને હુંગરો અને પાહાણા સરી પહેછે એ કહેવું તમને એટલું નવાઈનું લાગશે કે તે વાત સાચી છે કે નહિ તેની સ્વોલ્લ હરેક પ્રસંગે કરવી જોઈએ. જૂનાં ઘર, દહેરાં, મસજીદ, વર્ગરે શમારતો અને નકશી કામ, તથા કરાઢા, કોતર, ટીંબા, મેલ્લડો, અને નાઢાં નજીકમાં હોય તે નજરે જૂઓ. દરેક કરાઢાની તલ્લેટી અને બાઝુઓંપર સ્લકમાંથી સરી પહેલા મોટા પાહાણા અને નાના પત્થરાના ઢગ કે વિસરાયેલા દેલ્લશો. પાળી ઠરી જાયછે તેવાં સ્થલોમાં શિયાલો વીત્તા કેઢે જઈ નિરીક્ષા કરશો તો તરતના તૂટેલા પાહાણા અને તેઓ ક્યાંથી ડલ્લડી પહેલા તે તમારા દીઠામાં એ આવશે.

૧૩૧. ઁરીતે તમારા પોતાના ગામમાં અને પરગણામાં તપાસ કર્યાંથી જણાશે કે નક્કરમાં નક્કર પત્થરા દેલ્લાઈતા અતિ કઠળ અને લઢ છતાં સરી પહેછે. ઢૂંકામાં જ્યાં સ્લકો વામાં ડઘાઢા છે ત્યાં તેઓ ક્ષય પામેછે. તો ઁમ તેઓ શાથી સર્વ જાયછે તે આપને જોઈએ.

૧૩૨. કાર્બોનિક આસિદની કૃતિ ૧૨૩ મી કલમમાં વર્ણવેલી છે તે વિષયપર પ્રથમ ફરીને જઈએ. વરસાદનું પાળી વાતાવરણમાંથી થોઢોક કાર્બોનિક આસિડ લેછે અને તે સાથે મોંયમાં ડતરી અંદરના સ્લકોમાંના કેટલાક માર્ગને ફોલી સ્વાયછે, એ તો તમને યાદ હશે. એ આસિદવાલું વરસાદનું જે પાળી પૃથ્વીના પૃષ્ઠની ડપર બાંધેલું કે ઘેરાયલું રહેછે અથવા માર્ગ મલ્લવાથી વહેછે તે પળ એજ કામ કરેછે. સ્લકનો જે માર્ગ તે સેરવી શકેછે તેને થોઢે થોઢે ઓગાલેછે. કોઈ પાષાળ, જેમકે જૂનાનો પાષાળ, બધો કે ઘળોસરો ઓગલી જઈ પાળી જોઢે જાયછે. કોઈમાં તો ડીકાસ એટલે જેવઢે તેના કળ એક એકને ડોંટી રલ્લા છે તે ઓગલી

ધોવાઈ જાયછે; જે વસ્તુ વહે તેના કળ એક એકને વૂઝી રહ્યા હતા તે જવાથી તેઓ માટી કે રેતી રૂપે खरी પડેછે; ને પછી વરસાદના પાણી જોડે ઘસઢાઈ જાયછે. એ માટે પાષાણોના खે કરનારામાં એક વરસાદના પાણીમાં ભઠ્ઠેલો કાર્બોનિક આસિદ છે. એની કૃતિથી કેટલાક પાષાણ ક્ષય પામેછે.

૧૩૩. એ કામમાં સહાય કરનાર વરસાદના પાણીમાં ભઠ્ઠેલો ઑક્સિજન વાયુ છે. સૂરત, મુંબઈ, વગેરે સમુદ્ર કાંઠાપર આવેલાં સ્થળોની હવામાં મેજ ઘણો હોયછે ત્યાં ચઢકતા લોઢાપર થોડા વચ્ચતમાં કાટ ચઢેછે. કેટલેક વરસે લોઢાની જાઝીઓ, લોઢાની સાંકળો, કઢાં, વગેરે खवाई જાયછે. તેઓપરથી પોપડા ઝૂલેછે અને મેલો પીઢો ધૂકો खરેછે. એ કાટને તમે खોતરી શકો. લોઢું અને ઑક્સિજન એ બેના સંયોગથી બનેલો એ મિશ્ર પદાર્થ છે. જ્યાં-સૂધી લોઢાનો કોઈ પળ ભાગ કટાયા વિનાનો રહેછે ત્યાંસૂધી એ થયાં કરેછે, કેમકે કાટની હરેક પોપડી खરखानी જોડે તે લોઢાનું તાજું પૃષ્ઠ ઑક્સિજનને હાથ આવેછે. લોઢાના ઘાટને જે થાયછે તેજ ઘણાક પાષાણોને પણ થાયછે; પરંતુ તે એટલું બધું તાત્કાલિક કે જોરથી નથી. ઑક્સિજનને શોષી તેઓ પણ કટાય છે. તેઓ-પર કાટના પોપડા બાકે છે. એ પોપડા વરસાદથી खરી પડેછે એટલે પાહાણાનાં પૃષ્ઠપર સદા હાજર અને ચંચલ ઑક્સિજનની અસર લાગવા માંડેછે.

૧૩૪. ત્રીજું, ઘણાક પાહાણાનાં પૃષ્ઠના પોપડા હિમથી ઝૂલેલી પડેછે. જે દેશોમાં પાણી ઠરે એટલી ટાઢ પડેછે ત્યાં પાણી ભરેલી ગોઢીને વચ્ચતે તઢીએથી ટોચ સૂધી એકાએક તઢ પડેછે અને શહે-રોમાં પાણીની નઢીઓ ફાટેછે. એનું કારણ એ છે કે પાણી ઠરી તેનું હિમ એટલે બરફ થાય ત્યારે તે ફૂલેછે. પાણી પ્રવાહી રૂપે

હોયછે ત્યારે જેટલી જગ્યા તે રોકેછે તેના કરતાં તેના બરફને વધારે જગ્યા જોઈએ છે. પાણીનું બરફ થાય તે વેળા ફૂલવાને મોકલ્લશ ન મળે તો જે વાસણમાં તે હોયછે તેની બાજુઓપર તે ભારે દબાણ કરેછે. એ બાજુઓ તે દબાણ ફીલવાને અશક્ત હોય તો તેઓ ફાટે (પદાર્થવિજ્ઞાનની પહેલી પોથી ૬૧ મી કલમ જુઓ).

૧૩૫. વરસાદનું પાણી ભોંયમાં ઊતરેછે એ તમે જાણોછો. કઠણમાં કઠણ પાષાણો પણ થોડા ઘણા છિદ્રાક્રુ હોયછે, અને કેટલુંક પાણી ચૂસી લેછે. જ્યાં શિયાળામાં પાણીનું બરફ બનેછે ત્યાં એ ચૂસેલું પાણી તેની અંદર બંધાઈ જાયછે અને તેથી પાણીની ગોઠીઓ અને નલ્લીઓ જેમ તરહાયછે ને ફાટેછે તેમ પહાડ પણ તરહાયછે ને ફાટેછે. જમીન અને પર્વતનાં પૃથ્થપરના કોઈ કાળામાં કે ફાટમાં પાણી એકઠું થયેલું હોય અથવા તેના રજકળોની વચ્ચે પ્રસરેલું હોય તેથી કોઈ ફલ્લમાં ફેર પડતો નથી. જ્યાં હોય ત્યાં તે વધારે ટાઢથી ઠરેછે, અને ઠરેછે એટલે ફૂલેછે. એમ ફૂલવામાં જે નહે તેને ફાઢી મોકલ્લશ મેલ્લવવાનો તે પ્રયત્ન કરેછે.

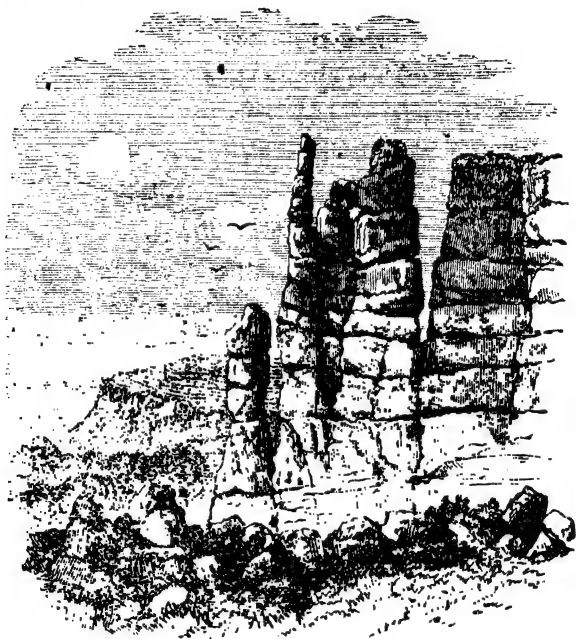
૧૩૬. ઠંડા દેશોમાં એ કારણને લીધે જમીનઉપર પણ હિમની કેટલીક વિચિત્ર અને જાણવાજોગ અસર થાયછે. ત્યાંનાં શહેરોના પથ્થરે બાંધેલા રસ્તાઓઉપર હિમ પડેછે એટલે નાના પથ્થરા ઊંચા આવેછે અને રસ્તાપર કાદવ થાયછે. શાંઢવાથી કે વાટવાથી રેતીની અને માટીની ફીળી રજ બને તેવી રજને બરફ પથ્થરાપરથી છૂટી પાડેછે અને બરફ પીગલ્લવાથી તેનો કાદવ થાયછે. એ માટે ભોંય ભાગવામાં છોડવાનાં મૂઠ્ઠીઆં અને રેસા અંદર પેશી શકે તેવી પોચી જમીન કરવાને બરફ સેહુતને બહુ કામ લાગેછે. સ્વઢકનાં પૃથ્થ વરસાદનું પાણી પી તર થયેલાં હોય તેવામાં હિમ પડેછે, એટલે તેઓના રજકળોની વચ્ચેનાં છિદ્રોમાં પેટેલું પાણી ઠરી જઈ ફૂલેછે.

तेओने भचरहेछे. पाणी करतां बरफने वधारे जगा जोईए माटे ते रजकणोने बळात्कारे खसेडवानुं करेछे. परंतु जमीननां पृष्ठना जेवां खड्कोनां पृष्ठ पोचां नथी होतां अने तेओना रजकणो एक एकने वधारे जोरथी वळगोला होयछे तेथी तेओ वधारे प्रतिरोध करेछे. जे रेतीना पाहाणा जेवा पोचा ने वधारे छिद्राळु होयछे तेओनो क्षय उतावळे थायछे. एनी ऊर्पली पोपडीओ खरी पडेछे, एटले नवी पोपडीओ थई तेओ खरी पडेछे; एम सदा पोपडीओ ऊखडी जवाथी के तेना कणो एक एकथी विखूटा पडी वरसादमां धोवाई जायछे.

१३७. वळी जे कणोना पाहाणा बनेला होयछे तेओनी वच्चे पाणी घूसीने ठरे छे एटलुंज नहि, पण खड्कोमां पुष्कळ चीरा के सांधो होयछे तेमां, पेशी ठरेछे. खड्कोनां पृष्ठपर के पत्थरनी खाणमां ओछी वची ऊभी फाटोनी लींटीओ कोईवार जोवामां आवेछे. ए फाटो वडे स्वाभाविक रीते खड्कना ककडा थयेला होयछे तेओने कापी खाण खोदनारा मोटां चोरसां के थांभलामां बनावेछे. ए तडोनी वाटे पाणी नीचे ऊतरे छे ए तमे १११ मी कलममां वांची गया. ए झीणी तडोमां एकदम घणुं पाणी ऊतरी शके नहि. परंतु तेओ थोडी थोडी पहोळी थती जायछे, अने जेम पहोळी थाय तेम वधारे तेओमां ऊतरेछे. पाणी बंधाई बरफ थाय ते आ फाटोनी बेज बाजुओने एक एकथी आधी खसेडवानो भारे प्रयत्न करेछे. अने घणा शियाळा गया केडे तेओने लगीर विखूटी करवाने ते शक्तिमान थायछे; पछी वधारे पाणी पेसेछे अने ठरतां वधारे जोर करेछे एटले छेछे ते चीराथी थयेला भाग तदन छूटा पडी जायछे. हुंगरोनां पृष्ठपर एम बनेछे त्यारे छूटा पडेला भागोमांनो कोई तूटी पडी गबढतो तलेटीए पण जाय.



૧૩૮. આ પ્રકારનો ક્ષય પાસેના ચિત્ર (આકૃતિ ૮) માં બતાવ્યો છે. જે સ્વલ્પમાં ઝુમા ચીરા હોયછે તેના ભાગોનું એ ચિત્ર છે. એ ભાગો ડાહ્યા પહોળા થઈ તેમાંથી મોટાં ગચ્છીઆં વિલૂટાં પડી



આકૃતિ ૮ મી.—કરાહાનો ક્ષય.

નીચે જમીનપર પહેલાં છે. જે દેશોમાં શિયાળામાં ઘણી ટાઢ પડેછે તે દેશોમાં ઝુમા સ્વલ્પની ફાટોમાંના બરફથી ઘણું ભંગાળ પડેછે.

૧૩૯. કાર્બોનિક ઑસિદ, આક્સિજન અને બરફ ડાહ્યાં

બીજી ઉપાધિઓને લીધે પણ પર્વતોનાં પૃષ્ઠ સ્તરી પડેછે. ઉત્ક્રાહરણ, જ્યારે દિવસે સૂર્યનાં બહુ તાપે પાહાણા ઘણા તપેછે અને પછી રાત્રિએ ઉષ્ણતા નીકળી જવાથી જલદી ઠંડા પડેછે, ત્યારે વૃષ્ણમાનને એક છેદેથી બીજે છેદે જતાં પત્થરા ફૂલેછે અને સંકોચાયછે, પણ પાછા ફૂલેછે અને પાછા સંકોચાયછે. એમ થયાં કરવાથી તેઓના રજકળો છૂટા થઈ સ્તરી પડેછે, અથવા તેના પોપડાના પોપડા પણ એથી સ્તરી જાયછે.

૧૪૦. વઢી જે પાષાણો એક ઋતુમાં વરસાદનું પાણી સ્વૂંબ પી તર થાયછે, અને બીજી મોસમમાં તટકાર્થી અને પવનથી સૂકાઈ જાયછે તેઓ એમ સ્વરતા જાયછે.

૧૪૧. જૂઓ એમ ભિન્ન ભિન્ન કારણોને લીધે પૃથ્વીનાં નક્કર પહો નિરંતર ક્ષય પામે છે અને ઘસડાઈ બીજે ઠેકાણે જાયછે. પોચામાં પોચા અને કઠણમાં કઠણ બધા પાહાણા અંતે ક્ષય થાયછે. પરંતુ તેઓ સર્વેનો ક્ષય એકજ વેગે થતો નથી. કોઈ જૂની પુરાણી પત્થરની રૂપરતને ક્ષીણી નજરે જોશો તો કોઈ પત્થર ઓછો સ્વવાયેલો, કોઈ તેથી વધારે, વઢી ત્રીજો તેથી વધારે સ્વવાયેલો. એમ ક્ષયમાં અનેક ભિન્નતા જણાશે. કેટલાક પત્થરા ભાગ્યે સ્વરેલા દેશાશે, અને કેટલાક લગભગ બધા સ્તરી ગયેલા હશે. એમ રૂપરતોમાં બનેછે તો તમારે નક્કી જાણવું કે જગતમાં પણ એ પ્રમાણે થાયજ; અને એક જાતના પત્થરાથી થયેલા સ્વરૂપો બીજી જાતના પત્થરાથી બનેલા સ્વરૂપોથી ઉતાવળે અને જૂદે પ્રકારે સ્તરી પડે.

૧૪૨. ભૂમિનું પૃષ્ઠ ઘણુંકરીને ક્ષય પામતું જાયછે એ વાત સ્તરી છે, અને સ્તરી છે તો તેમ શા વાસ્તે થાયછે એવું તમે પૂછી શકો. પૃથ્વી એવી સુંદર અને રમણીય છતાં તેનું પૃષ્ઠ શા અર્થે એવડું ઘણું

ક્ષય પામ્યું જાય છે એ તમને કદાસ નહિ સમજાતું હશે. પ્રથમ તમને એમ પળ લાગે કે એ આપત્તિ છે, જેનો છુલાસો ભાગ્યે થઈ શકે. પરંતુ એ ક્ષય આફત ન હોતાં પ્રાણી તથા વનસ્પતિને વસવાતું યોગ્ય સ્થલ પૃથ્વીને બનાવવાને માટે સ્વેચ્છાએ અવશ્યનો છે. એને કરીને જ સ્વોળો અને કોતરો બને છે, તથા પર્વતો અને હાંસીનાં વિચિત્ર રૂપ બને છે. સ્વેચ્છાએ પથરાયેલી પથરાયેલી માટી બને છે, અને એ માટીના બનવાપર અને તેમાં નવો ઉમેરો થવાપર આપણા સ્વેચ્છાએ આધાર છે. એ શી રીતે થાય છે તે નીચલા પાઠમાં સમજાવીશું.

૬. પર્વતોના સ્વેચ્છાએ પથરાયેલા ભાગોનું શું થાય છે ?  
સ્વેચ્છાએ જમીન શી રીતે બને છે ?

૧૪૩. હરકોઈ સ્વેચ્છાએ કે ભાગમાંથી મૂઠીભર માટી લઈ બારી-કીર્તી તપાસો. તે શાની બનેલી છે ? સ્વેચ્છાએ પથરાયેલી કીર્તી, રેતી, માટીના રજકળો, અને કદાપિ વનસ્પતિના થોડા રેસા તમારી દષ્ટિએ પડે છે; અને કોઈ પ્રદેશમાં પ્રાણી તથા વનસ્પતિના કોઈ ગયેલા શેષ ભલ્લાથી ત્યાંની બધી જમીનનો રંગ કાઢે છે. હવે આ જૂદા જૂદા પદાર્થો શી રીતે એકઠા થયા તે આ પાઠમાં સમજાવીશું.

૧૪૪. પૃથ્વીનું પૃષ્ઠ ક્ષય પામે છે તેવો ફરી બોલીએ. ક્ષય, સડો, સ્વેચ્છાએ, અને એવા અર્થના બીજા શબ્દો એ ક્રિયાને લગાડવામાં આવે છે. પરંતુ પર્વતોના પોપડા, પથરા, કે કાંકરા સ્વેચ્છાએ અને તેઓ વરસોવરસ કદમાં ઘટે, તોપણ પૃથ્વીની સપાટીના દ્રવ્યમાં વાસ્તવિક ઘટારો થતો નથી. પાણીના જે વસ્તુઓના બન્યા છે તે સ્વેચ્છાએ છૂટા પડે, પરંતુ તેઓનો નાશ થતો નથી. તેઓની સ્થિતિ તથા રૂપ માત્ર બદલાય છે. ત્યારે પાણીથી જે પદાર્થ નિરંતર સ્વેચ્છાએ પડે છે તેનું શું થાય છે ?

१४५. वरसादनुं दरेक फोरं जमीनपर पड़ेछे ते सपाटीनुं रूपांतर थवामां सहाय्य करेछे. खडकना भागोने ओगाळवानी वरसादना पाणीनी रसायनी क्रिया तो तमे जानी. कणा वरस सूधी दरेक फोरांनी अने दरेक झापटांनी ए रीते निरंतर क्रिया थियां करेछे तेने लीधेज खडको एटला बधा खवाई जई खरी पड़ेछे, परंतु वरसादना पाणीनी शिल्पी के गतिना बळनी कृति पण छे.

१४६. दरिया कांटाना जेवी रेताळ लीशी सपाटीपर वरसादनां झापटांनां पहेलां छडछडतां फोरां पड़ेछे त्यारे शुं थायछे तेनी



आकृति ९ मी.—वरसादनां फोरांधी रेती के माटीपर पड़ेलो छाप के चिन्ह.

तपास करो. दरेक फोरानो झीणो खाडो के छाप पड़ेछे. पोतानी गतिना बळथी ए रीते ते रेतीना कणने कोरे खसेडे छे. टाळ पड़ती जमीनपर फोरां एकठां थई नीचे वहेछे, ते ठेकाणे तेओ रेती के माटीना रजकणोने हडसेली पोतानी जोडे घसडी लई जई शकेछे. एने शिल्पी अथवा गतिबळनी कृति कहेछे; परंतु खांड के मीठाने पाणीमां ओगाळोछे तेम रजकणो ओगाळीने पाणीमां भलेछे त्यारे रसायनी कृति थई कहेवायछे. ए बेमांनी एक अथवा ए बेउ रीते वरसादनुं हरेक फोरं पृथ्वीना पृष्ठपर विकार करी शके.

१४७. पाहाणानो एटलो बधो नाश वरसादथी थायछे तेनां

કારણ હવે તમારા સમજવામાં ક્ષત આવશે. તેઓના કેટલાક ભાગને તે ઓગાળે છે તેથી અંદર પોલ થઈ સ્તરી પડે એવી પોપડી તેઓનાં પૃષ્ઠપર બને છે એટલું જ નહિ, પણ એ પોપડીને ધોઈ નીચે પાડે છે તેથી અંદરનું નવું પૃષ્ઠ ડાઘાડું પડે છે કે તેની પણ તે વલે થાય. એમ પાહાણા સ્તરી તેનો ચૂરો થાય અને ચૂરો પાણી જોડે તળાઈ જાય એવું પૃથ્વીપર હમેશ થયાં કરે છે. એ ચૂરાનો કેટલોક ભાગ સ્તરીમાં અને ત્રાહામાં સમાય છે, કેટલોક ઢાળતી કે સપાટ જમીનપર ઠરે છે, અને કેટલોક નદીમાં મળી સાગરમાં જાય છે.

૧૪૮. એ ચૂરો અને તેમાં વનસ્પતિ તથા જનાવરનું સ્વાતર એટલે તેમનું કહોવાળ થઈ જે ભાગ વાકી રહે છે તે મળી વધી જમીન બની છે. માટે જે જાતના પાહાણાની તે થયેલી હોય તે જાતની તે હોય છે. વધી મોંઘ એકસરખી નથી હોતી તેનું કારણ આ છે. ડાઘાહરણ, રેતીના પથ્થરની રેતાલ મોંઘ ગને છે; ચૂનાના પથ્થરની ચૂનાવાળી અને માટીના સ્વદ્ધની માટીની મોંઘ બનશે.

૧૪૯. એમ પર્વતો સ્તરી અને સ્તરી પડી માટી બનતા ન હોત તો જમીનપર જે લીલોતરી ઝગે છે તે ઝગત નહિ. અક્ષય પાહાણાનો કઠળ મોંઘમાં ક્ષાહનાં મૂલ પેશી શકત નહિ. પરંતુ તેનાં પૃષ્ઠ સ્તરી જવાથી તેઓપર, સ્તરીમાં, અને મેદાનોમાં સઘળે સ્થૂળે રસાલ માટી પથરાય છે; માત્ર ઝંઝી ઝમી મેલકો અને સીધા સ્વદ્ધ-કોપર જ્યાં તેઓનાં ક્ષય પામેલાં પૃષ્ઠો તેઓ ઉપર રહી શકતાં નથી ત્યાં તેઓ નાગા અને લીલોતરી વગરના રહે છે.

૧૫૦. એમ પહાડો અને જમીનનાં પૃષ્ઠ હ્રદા સ્તરી જાય છે તેથી માટી નિરંતર બન્યાં કરે છે. સ્તરી એ પ્રમાણે ન થતું હોત, અને જમીનપર માટીનું પડ બંધાયા પછી તેટલું તેટલું રહેતું હોત, તેમાંથી કાંઈ જાય નહિ અને નવું આવે નહિ, તો તેનો તમામ કસ

ચૂશી લઈ વનસ્પતિ તેને કેટલેક કાઢે નિરસ અને ઉજડ કરી મૂકત. પરંતુ તેનો કેટલોક ભાગ વરસાદમાં ધીમે ધીમે ધોવાઈ જાયછે, અને ધોવાઈ જઈ સ્તરી પહેલા સ્તરોની બનેલી નવી માટી તેમનાપર ઘસઢાઈ આવી ઠરેછે. વઢી તેની તલે રહેલી જમીન અને પાહાણા સ્તરો જઈ તેની માટી બનતી જાયછે. છૂટા પથરા પળ નિરંતર સ્તરો જવાથી તેઓની નવી માટી બનેછે. ઇરીતે દિવસે દિવસે નવી માટી ધીમે ધીમે બનેછે અને જૂની છે તે તાજી થાયછે.

૧૫૧. વનસ્પતિ પળ માટી બનાવવામાં અને તેને રસાલ રાસવામાં મદદ કરેછે. તેમનાં મૂલ પથરાના કળ અને ફાટોમાં પેશી તેમને છૂટા પાડેછે. જે કાર્બોનિક આસિદવડે પથરા સ્તરો જાયછે તે ઘનાસ્તરા ઇના કોહી ગયેલા રેસામાંથી નીકલેછે, ને વઢી માટીમાં સકરળ પદાર્થનો ભાગ પળ તેનોજ બનેછે. માટી સોદીઁ છીઁ ત્યારે જે સાધારળ કીડા જોવામાં આવેછે તેઓ પળ માટીની મેલવળીમાં અને અંદર જે કાંઈ હોયછે તે સપાટીપર લાવવામાં ઘળા ઉપયોગી છે.

૧૫૨. મોંયના આ ક્ષય તથા જીર્ણોદ્ધારવિષે વિચાર કરીઁ છીઁ ત્યારે આપળને જળાયછે કે તે નીચાળમાં ઇટલે દરિયા મળી મુસાફરી કરેછે ઇમ કહીઁ તો ચાલે. ક્રંચા પર્વતોનાં શિસ્તરો અને બાજુઓમાંથી સ્તરી પહેલા રજકળોને સંકલો કે હજારો વરસ મુસાફરીમાં લાગે; ઘળો કાલ તેઓ ઢાલપર પડી રહે; પછી તેઓ નીચે ઘસઢાઈ સ્ત્રીળની માટીમાં મલે; ત્યાંથી કેટલેક વરસે નદીને તલ્લીઁ કે તીરે ઘસઢાઈ ઠરે; અને ઇરીતે માર્ગમાં પુલ્કલ મુકામ કર્યા કેલે આસરે દરિયામાં જાયછે.

૧૫૩. વરસાદ ધરતીપરથી ધૂલ, માટી, ને રેતી કેટલી વધી ઘસઢી જાયછે તેનો કાંઈક વિચાર મનમાં આળવા માટે હરેક ભારે

વરસાદ કેહે આ દેશમાં એ જે થાયછે તેપર ધ્યાન આપો. જે કચરો એટલે ક્ષય પામેલા પાહાણાનો ચૂરો વરસાદના પાણીમાં ભળી ઝંચાણ મળીથી ઘસઘાઈ આવેછે તેને લીધે પ્રત્યેક નાની મોટી નદીનું અને બધાં નાળાં અને વહેલાનું પાણી મેલા રગઢા જેવું હોયછે. જે કચરાથી પાણી ગંદું દેખાયછે તે કચરો ક્ષય થયેલા પાષાણના ક્ષીણા રજકળો છે; વધારે જાહો ભાગ પાણીને તઢીએ તળાયો જાયછે. નદીઓમાં અને વહેલામાં પાણી વહેછે તે જે કામ કરેછે તે તમે જૂઓ, અને અત્યારે જે કામ તેઓ કરેછે તે કામ ઘણા યુગો થયાં કર્યાં જાયછે એ વાત સંભારો, તો વરસાદ જે પહેલાં તો બહુ નજીવો વસ્તુ દેખાયછે તેની કૃતિથી દેશની ધરતીપર કેવી રીતે મોટા ફેરફાર થાયછે તે તમારા સમજવામાં આવશે.

### ૬. નદીનાળાં. તેમની ઉત્પત્તિ કે મૂળ.

૧૫૪. વરસાદનું પાણી ક્યાં જાયછે તે વિષય ૧૦૭ મી કલમમાં છે. તે વાત ફરીને કહુછું. તમને યાદ હશે કે વરસાદના પાણીનો કેટલોક ભાગ મોંચમાં ઝતરેછે, અને ફરીને સપાટીપર આવેછે એ આપણે જાણ્યું. તેનો બાકીનો ભાગ ધરતીની ઉપર નદીનાળાંમાં વહેછે તેની સ્વોલ હવે કરીએ.

૧૫૫. વરસાદ મસ વરસતો હોય તે વેળા કાંઈક ઢાઢ પડતા રસ્તાને ઝંચાણને છેઢે ઝમા રહી નિરીશ્વા કરવાથી આ બાબત જેવી સમજાશે તેવી વીજા દાખલાથી નહિ સમજાય. વરસાદ વરસવા માંડેછે તે વેળા જાણે તમે ઢાઢને મથાઢે છો. પ્રથમ મોટાં ફોરાં પડવા માંડેછે તેઓની છાપ ધૂઢમાં પડતી દેખાયછે ( ૧૪૬ મી કલમમાં જણાવી છે તેવી). વરસાદ વધેછે તેમ ધૂઢ વધારે પલઢી જાયછે, ને પઢી પાણી વહેવા માંડેછે, અને રસ્તો જલમય થઈ જાયછે. હવે શીરીતે પાણી વહેછે તે નિહાઢો.

१५६. वधारे झीणी नजरे रस्तो तपासशो तो तमने ते खर-बचडो एटले पुष्कळ नाना ढेकाढैयावाळो जणाशो. एक ठेकाणे लांबो खाडो होयछे, अने बीजे ठेकाणे रोडुं बहार नीकळी आवेलुं होयछे. एम घणीक जग्याए नानकडा खांडा, टेकरा, ढाळ वगेरे असमानता, रस्तो कोरो हतो ते वेळा तमारी नजरे झट पडती नहोती, परंतु पाणीए तुरत देखईती करी छे. दरेक नानो खाडो अने ढेको पाणीना रेलाने वाळ्हे के दोरेछे, अटकावेछे के दोडावेछे. वरसादनां फोरां एकठां थई रेला बनेछे ने खाडामां वहेछे; ए नाना खाडा भरईने ऊभरायछे ने पाणी आगळ वहेछे; अने जमीननी सपाटीथी ऊंचां टेपां होयछे तेओ रेलाने अटकावी आम तेम वाळ्हे.

१५७. ए ढाळने मथाळे पाणीना मात्र मंद वहेळा चालता देखायछे. परंतु जराक नीचे तेओ संख्यामां घटेछे अने कदमां वधेछे. हेठळ ऊतरतां तेओ एकठा मळेछे; अने ए रीते ढाळने तळीए मोटा अने झडपथी चालता वहेळामां ढाळना ऊंचा भागमांथी पुष्कळ नाना वहेळा भळी गयेला होयछे.

१५८. कोई देश के खंडना ढळता पृष्ठपरथी वरसादतुं पाणी जे रीते वही जायछे ते रीते ए ढाळना नीचाण भणी वहेता रेला भळी जई तेओ मोटा थता जायछे तेपरथी बेश समजायछे. आ दृष्टांतने आगळ फरीने संभारीशुं.

१५९. ढळते रस्ते पाणी साथी वहेछे ? नदीओ साथी वहेछे ? अने हमेशां तेनी त्वेज दिशामां तेओ शा माटे वहेछे ? तमारा हाधमांथी पत्थरो छूटेछे त्यारे जे कारणने लीधे ते धरतीपर पडेछे तेज कारणने लीधे तेओ वहेछे; केमके पृथ्वीना मध्यबिंदु भणीतुं आकर्षण जेने **गुरुत्वाकर्षण** कहीए छीए तेनी सचा नीचे तेओ



છે ( પદાર્થવિજ્ઞાન પ્રવેશ પોથી ક. ૪ ). વરસાદનું દરેક ફોરં પૃથ્વીપર પડેછે તેનું કારણ એ કે આ આકર્ષણના બળે તે નીચે खेंचाय- છે. તે જમીનપર પડેછે ત્યારે પળ તે સદા એની એજ સત્તાને તેટલુંજ આધીન છે; અને તુરત સૌથી પાસેનો માર્ગ જડે તેમાં તે નીચે વહેછે. વાદલામાંથી પૃથ્વીપર તેનું પડવું પાધરં અને ઉતાવળું છે; કોઈ વહેલ્લના ભાગ તરીકે પર્વતોપરથી નીચે કતરી દરિયામાં જવાનો તેનો માર્ગ ઘણીવાર લાંબો અને ધીમો હોયછે; પરંતુ તેની ગતિનું કારણ બેડમાં એકજ છે. કોઈ વહેલાનું આઢે અવલે ને વાંકે ચૂંકે રસ્તે વહેવું, કોઈનું ધસારાબંધ ધાવું, કોઈનું ધોધરૂપે મોટી ગર્જના સાથે પડવું, અને કુંઢી નદીઓનો અવાજ વગરનો ગંભીર પ્રવાહ, એ સર્વે પૃથ્વીપરના પાણી ઉપર ગુરુત્વાકર્ષણની સત્તા કેવી પ્રબલ છે તેના પુરાવા છે.

૧૬૦. વરસાદના પાણીનો જે ભાગ મોંચમાં કુતરી જતો નથી તેને એ રીતે આકર્ષણે खेंचाई છેક પાસેના ઢાઢની વાટે તુરત નીચે વહેવું પડેછે, અને છેછે ત્યાંથી અગાઢી જવાનો માર્ગ મલે નહિ ત્યાં- સૂધી વહ્યાં કરવું પડેછે. જમીનના પૃથ્થપર મોટા ટાઢા હોયછે તેમને **સરોવર** કહેછે, અને આપણે ચાલવાના રસ્તાપર ટાઢા હોયછે તેમાં વરસાદનું પાણી ભરાઈ રહેછે તેમ એ વહેતા પાણીનો થોડોક ભાગ સરોવરમાં ભરાઈ રહેછે. પરંતુ કપલાળેથી જેટલી ત્વરાંથી પાણી અંદર આવેછે તેટલી ત્વરાંથી નીચલે ભાગેથી ઘણાઁરાં સરોવરોનું પાણી વહાર વહી જાયછે, તેથી વધા પાણીને જાથુ સ્થિર રહેવાની તે જગ્યા નથી. સરોવરોમાંથી જે નદીઓ નીકલેછે તેઓ આગલની પેઠે દરિયા મળી જાયછે. માટે સર્વે વહેલા- ઓનો માર્ગ નીચાળ મળી છે, અને સાગર એ મોટો જલાશય છે, જેમાં જમીનપરનું પાણી નિરંતર વહ્યાં કરેછે.

१६१. घरना छापरांनी पेठे कोई देशनी सपाटी मात्र लांबी साफ टेकरी ह्येय तो बेउ बाजुए थईने वरसादतुं पाणी झट वही जाय. परंतु जमीननी सपाटीतुं सामान्य लक्षण एवुं छेज नहि. पर्वतो, डूंगरा, खीण, नेळ, अने सरोवरोवढे छेक असमान अने भिन्न भिन्न रूप बनेलां छे. परंतु आ मोटी असमानता एकदम दृष्टिए पडेछे ते सिवाय जे स्थळो पहेलां तो छेकज सपाट देखाय-छे तेओ पण कोईवार ढाळ पडतां अथवा लगीर ऊंचां नीचां होय-छे. जेमके पेला रस्तानी ऊंची नीची सपाटी पहेले तो देखाई न-हि, पण वरसाद आव्या पछी खुल्ली थई. एप्रमाणे देशनी सपा-टीतुं अति शुद्ध मान करनार पाणी छे. चढते ढाळे ते कदी वहेशे नहि; हमेस्त्रां नीचाणमां वहेछे.

१६२. एपरथी समजायछे के देशनां बधां पृष्ठउपर सरखो वरसाद वस्ते तोपण तेतुं पाणी सघळ्ळपर सरखुं वहे नहि, केमके भोंय ऊंची नीची होयछे अने वरसादतुं पाणी नीचाणमां दोडी जई खाढामां वहेछे. एज असमानताने लीधे वरसादतुं पाणी ना-ळांमां एकठुं थायछे अने ए नाळांतुं पाणी नदीओमां जायछे.

१६३. एरीते हरकोई देशमांहेलां नदी नाळां पाणीना स्वा-भाविक मार्ग के नीक छे ते वाटे वरसादतुं वधारातुं पाणी, जे जमीनमां के झरणमां जतुं नथी ते फरीने सागरने जई मळेछे. वरसादना पाणीना मोटा जथाविषे तथा देशना ऊंचा भागोमांहेलां पुष्कळ वहेळा अने नाळांविषे विचार करीए छीए त्यारे ए सघळा वहेळाओतुं पाणी नीचाणनी जमीनपर फरी वळ्या सिवाय दरिया-मां भाग्ये जई शके एम प्रथम दोसेछे. परंतु एरीते थतुं नथी; केमके बे वहेळा एकठा मळेछे त्यारे तेमांना एक वहेळाना मार्गनी पहोळाईथी बमणो पहोळो मार्ग तेमने जोईतो नथी. एथी ऊलट्रं

તેઓ એકઠા મળવાથી એક વહેલો થાયછે તે જે બે વહેલ્લામાંથી તે વહેછે તેમાંના હરકોઈના જેટલો પહોલો હોતો નથી. પરંતુ તેનો વેગ અને કંઠાઈ વધેછે. એરીતે હજારો નાના વહેલ્લા એકઠા થઈ નીચે કુતરવાથી ઓછી ઓછી જગ્યા રોકેછે અને છેલ્લે કોઈ મોટા પ્રદેશમાંહેલું વધારાનું બધું પાણી એકજ નદીમાંગેં દરિયામાં જાયછે.

૧૬૪. વરસાદ વરસતી ફેલા રસ્તાનું દષ્ટાંત લીધું હતું તે પાછું લેઈએ. ઢાઢને તર્લાયેથી નીકળી ઉપર ચઢતા ગયા તેમ વરસાદના પાણીના નાના વહેલ્લાઓ નાના નાના થતા તમારા જોવામાં આવ્યા, અને મથાળે ગયા ત્યારે બિલકુલ વહેલ્લા હતાજ નહિ. એ ઢાઢને ટોચેથી બીજી મેર સામી દિશાએ કુતરવાનો ઢાઢ છે. એ બીજી બાજુએ થઈ તે રસ્તાપર કુતરો તો સામી દિશામાં કુતરતા બીજા વહેલ્લા કદાપિ તમારા દીઠામાં આવેછે. મથાળે વરસતા વરસાદના પાણીના વિભાગ થતા દેખાયછે; થોડુંક પાણી એક બાજુએ અને થોડુંક બીજી બાજુએ વહેછે.

૧૬૫. એજ રીતે દરિયાપરથી કોઈ નદીપર ઝપલાળે (દરિયાથી દૂર) દેશના અંદરના ભાગમાં જશો તેમ વધારે સાંકડી થતી દેશાશે; તથા તેમાં મળનારા વહેલ્લારૂપી શાખાઓ વધારે વધારે આવતી જશે. વધારે ઝંચે ચઢશો તેમ એ શાખાઓમાં મળનારાં નાનાં નાનાં અને શ્વારૂપી ઉપશાખાઓ પુષ્કલ આવશે. પછી એ ઉપશાખાઓમાંની હરકોઈને કાંઠે કાંઠે ઉપર ચઢો ને તેનું મૂલ્ય લેવો. છેવટે તે નાના શ્વાના મૂલ્ય આગળ પહોંચશો. અને ત્યાંથી વધારે ઝંચે ચઢશો એટલે ટોચે આવી પહોંચશો. તેની બીજી બાજુની નીચે સઘળા વહેલ્લાઓ સામી દિશામાં વહેછે. એરીતે વહેલ્લા જે ધાર કે લીંટીને બે પાસે કલટી દિશામાં વહેછે તેને **જલવિયોગસ્થલ** કહેછે. ઉદાહરણ, ઇંગ્લાંડમાં કેટલીક નદીઓ આત્લાંતિક મહાસાગરમાં,

अने केटलीक उत्तर सागरमां वहेछे. एक पासाना छेऊ ऊपला वहेळाओने बीजी बाजुना छेऊ ऊपला वहेळाओथी जूदी पाहनारी लींटी नकशापर दोरशो तो ते ए देशनुं जळवियोगस्थळ दर्शावञे.

१६६. परंतु एक अगत्यनी बाबतमां पेल्ल रस्तानुं दृष्टांत तदन लागु पडतुं नथी. वरसाद वरसेछे ते समयेज अथवा भारे झापटुं पड्या केडे तुरत रस्तापर पाणीना रेल्ल अने वहेळा चालेछे. वरसाद बंध पडेछे एटले पाणी सूकावा मांडेछे अने केटलाक वखतपछी ते रस्तो सख्त अने धूळवाळो थायछे. परंतु वरसाद बंध पडेछे, त्यारे नदी अने नाळानुं वहेण बंध पडतुं नथी. ऊनाळामां वरसाद आवतो नथी त्यारे पण नदीओनो प्रवाह चालेछे; चोमासा करतां नदीओ नानी थायछे; चोमासाना जेटलुं पाणी आपणी नदीओमां शीआळामां ने ऊनाळामां होतुं नथी तो-पण वगर वरसादे प्रवाह चालेछे. तेओमां पाणी क्यांथी आवेछे? जमीननी अंदरना पाणीविषे जे वात पाछळ कहेवामां आवी छे ते तमने याद हशे तो तमे उत्तर देशो के **नदीओमां वरसादनुं पाणी वहेछे तेम झरानुं पण वहेछे.**

१६७. चोमासुं न होय तोपण झरामांथी नदीओमां पाणी जायछे एटले तेमनो प्रवाह चालेछे. परंतु भारे अनावृष्टि थाय तो घणांक झरण, तेमां विशेष्येकरीने छाछर झरण, सूकाई जई वहेतां बंध पडेछे, अने तेमांथी जे नदीओने पाणी मळेछे, तेओ पण सूकाई जायछे. आपणा देशमां जे नानी नदीओ छे तेओमां एम बनेछे. पण मिसिसिपि जेवी दुनियामांहेली मोटी नदीओ एटला बहोळ प्रदेशोपर वहेछे के हरकोई स्थळमां वरसाद वरस्याथी के अनावृष्टि थवाथी तेमना पाणीमां देखाईतो तफावत पडतो नथी.

૧૬૯ પરંતુ દુનિયાના કેટલાક ભાગોમાં નદીઓ શિયાળામાં અને વસંત ઋતુમાં જેવહી હોયછે તેનાકરતાં ડનાઝામાં તેઓ વધારે ભરપૂર હોયછે. ઉદાહરણ, ડનાઝાની ગરમી વધતી જાયછે તેમ હાઇન નદીમાં પાણી ચઢવા માંહેછે, અને શિયાળાની ટાઢ પઢવા માંહેછે તેમ ડતરતું જાયછે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે એ નદીનું મૂળ પુષ્કલ બરફવાળા પર્વતોમાં છે. ડનાઝામાં બરફ જલદી ઓગળી જાયછે એટલે તેમાંથી જે પાણી વહેછે તે નદીનાઝામાં જવાથી તેઓમાં પુષ્કલ પાણી થાયછે. એથી ડલટું શિયાળામાં બરફ ઓગળતો નથી; વાતાવરણમાંથી પર્વતોપર જે પાણી પડેછે તે મુખ્યત્વે બરફરૂપે હોયછે; અને ટાઢ એટલી બધી હોયછે કે નાઝાં પળ ઠરી જાયછે. માટે શિયાળામાં એ નદીઓનાં મૂળ આગલ વહેતાં પાણીની છત બહુ ઘટી જવાથી એ નદીઓ પ્રમાણમાં વધારે નાની થઈ જાયછે.

૧૬૧. સારાંશ.—પાણીના પ્રસરણ કે ભ્રમણસંબંધી આ અને પાછલા પાઠોમાં જે હકીકત કહેવામાં આવી છે તેનો સાર લઈએ:—જમીનના છેક ડંત્રા ભાગોથી તે નીચે દરિયાસૂધી પાણી નિરંતર નીચાળ ભળી વહેછે. તે આછી સપાટીપર પ્રસરી વહેતું નથી, પરંતુ ટાઢામાં એકટું થાયછે. ટ્યાં તેના વહેઝા ને નદીઓ વનેછે તેઓ હમેશાં નીચાળમાં આઢાં અવઝાં વહેછે, અને છેછે સા-ગરમાં મઝેછે. સમુદ્રમાંથી વરાઝ વાતાવરણમાં સદા ડંચે ચઢેછે; ટ્યાં સંકોચન પામી વરસાદ કે બરફને રૂપે જમીનપર તે પાછી આવેછે, અને નીચાળમાં સમુદ્ર ભળી વહેનારી નદીઓને પાણી પૂરું પાડેછે. પાણીનો આ પ્રસાર કે ફરવું બંધ પડ્યા વિના સદા થયાં કરેછે.

### ७. नदीनाळां. तेमनी कृति.

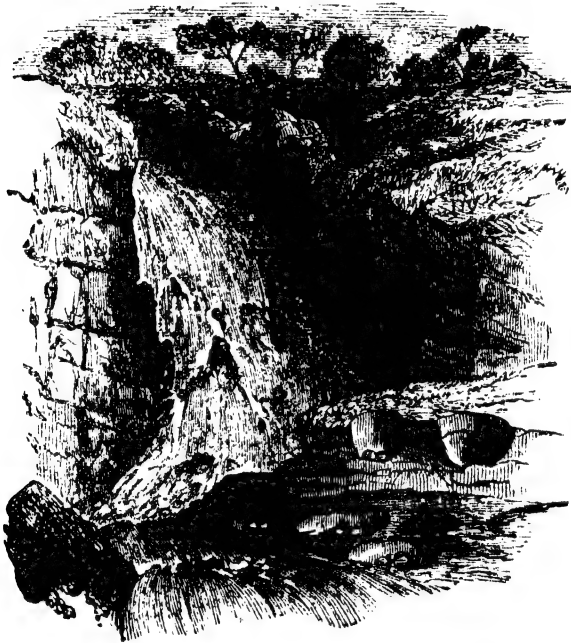
१७०. आ लघु पुस्तकना पहेला पाठमां नदीनी कृति निहाळ्वांनी तमने भलामण करो हती. जे वा वरसादना तोफानतुं ते वेळा वर्णन कर्युं हतुं ते तोफान थयानी पहेलांना त्यां गया छीए एम धारो. भारे वरसादतुं मावळुं थयाथी नदीमां हजु रेल आवी नथी. रेताळ पात्रमां ते हळवे हळवे वहेछे; ते आखा पात्रमां वहेती नथी, परंतु पात्रनो घणोक भाग कोरो छे, कोई ठेकाणे बेष्ट पढी गया छे, अने कोई जगे पाणोनां खाबोचीआं थई रत्नां तेओनी वच्चे वांकी चुंकी वहेछे, ने वरसाद आव्याने घणा महीना थई गयाछे तेथी पाणी बहु घटी गयुंछे, तथापि ते निर्मळ छे. जमीनपरतुं वधारातुं पाणी धीमे धीमे दरिया भणी ते लई जायछे ते •सिवाय ए आळसु नदी बीजुं कांई काम करती जणाती नथी. परंतु तेने कोई बीजुं काम करवातुं छे, अने ए वेळा पण ते काम ते करेछे ए सांभळी तमने अचंबो लागशे.

१७१. वार नदीतुं पाणी क्यांशी आवेछे तेविषे विचार करो. आपणे जोयुं के घणुं पाणी तो झरणोमांथी आवी मळेछे, अने झरणोनां पाणीमां तेनां पात्रोमांना ओगळेला खनिज पदार्थो वना ओछा होयछे. माटे दरेक नदीमांथी दरियामां एकलुं पाणीज जायछे एम नथी, परंतु खनिज पदार्थनो मोटो जथो जायछे. उदाहरण, एवी गणतरी करवामां आवीछे के ३३२०००००००००० छीपो बने तेटलो चूनो न्हाइन नदीमांथी उत्तर सागरमां दरवर्षे जायछे. ओगळी रसायनी योगे भळेलो आ पदार्थ दृष्टिए पडतो नथी अने पाणीना रंगने कांई हरकत करतो नथी. बारे मास के ज्यांसुधी प्रवाह चालेछे त्यांलगी पाषाणोना द्रव्यनो ए अदृश्य पदार्थ पाणीजोडे व्हायो जायछे.

૧૭૨. પરંતુ હવે પૂર આવેલું છે તે વેળા એજ નદીની હવે નિરીક્ષા કરીએ. પાણી સ્વચ્છ નથી પરંતુ કાઠું અને ગંદું છે. પાણીમાં રહેલી રેતી અને કાદવને લીધે રંગ બદલાય છે એવું તમે શોધી કાઢ્યું છે. ઘણીવારસૂધી ઝમા રહી પૂરવાળો ઢોહઝાયલો પ્રવાહ તેના પાત્રમાં વહેતો નિહાળ્યો. એ સમયે તમારી પાસે થઈને સેંકડો મૂળ કાંકરા, રેતી, અને કાદવ તળાઈ જાય છે. રસાયની દ્રાવણમાં રહેલા સ્વનિજ પદાર્થ ઊપરાંત બીજા પુષ્કળ દૃશ્ય પદાર્થો સહિત તે નદી દરિયા ભળી ઉતાવળી વહે છે. ઉપરથી સ્પષ્ટ જણાય છે કે નદીઓની કૃતિનો એક મોટો ભાગ જમીનના સ્તરી પહેલા અને પાહાણના સ્તરોઈ ગયેલા પદાર્થો ક્ષરણ કે વરસાદવડે ઘસ-ઢાઈ આવે છે તેઓને દરિયામાં ભરી જવાનો છે.

૧૭૩. વળી જમીનના પૃષ્ઠનો નાશ કરવામાં નદીઓ પણ સા-મીલ છે. પૂર ઊતરી ગયું હોય ત્યારે કોઈ વહેણના કાંઠા કે પાત્રને તપાસીને જોવાથી આ વાત પર તમારી ક્ષત્ર સ્વાતરી થશે. જે ટેકા-ળે નક્કર સ્વઢક પર નદી વહેતી હોય છે ત્યાં તે રોક ઘસાઈને લીસો થયેલો દીઠામાં આવે છે; અને વહેણના માર્ગમાં પહેલા પથ્થરા ઓ-છા વચ્ચા ગોઝ અને લીસા થયેલા હોય છે. એ પથ્થરા હિમ્નકે કોઈ બીજા કારણને લીધે સ્વઢક અને ટેકરીઓ પરથી પહેલાં સ્તરી પહેલા તેવેળા ધારવાળા હતા, તેનો પુરાવો હરકોઈ ઝમા સ્વઢકને અને ઢૂંગરાને તઢીયે પહેલા પથ્થરના ઢગલા જોવાથી મઢશે. પરંતુ તેઓ હેઠે પઢી નદીમાં તળાયા ત્યારથી ગબઢવા અને ઘસાવા લાગ્યા અને છેવટે તેમની તીક્ષ્ણ ધાર ઘસાઈ તેઓ ગોઝ થયા; નદીકાંઠાના સાધારણ કાંકરા અને કાંકરી દેસીએ છીએ તેવા છીસા બન્યા.

૧૭૪. એ પથરા ઘસાય છે તેની જોડે નદીનાં જે પાત્રોમાં તે-  
ઓ ઘસઢાયછે તેની તઢીયે અને બાજુએ આવેલા પાહાણા પળ તે-  
ઓથી ઘસાયછે. કોઈ વમઢમાં તઢીયે કાંકરા ચકરઢી ઝગા કરેછે



આકૃતિ ૧૦ મી-નદીનાં પાહાણાવાઢાં પાત્રમાં પઢેલા ટાઢા.

તે જોઈ શકીએ છીએ. એથી સંગીન પાષાણમાં ટાઢા પઢેછે. ડના-  
ઢમાં પાણીનો ટોટો પઢેછે તે વેઢા એવી નદીમાં એવા ટાઢા ડુઢ્ઢા



દેઝાયજે; તેઓ કેવા સારા ઓપાયલા છે એ પળ જોઈ શકશો. તેઓનો સામાન્ય દેઝાવ ૧૦ મી આકૃતિમાં બતાવેલો છે.

૧૭૫. હવે સ્પષ્ટ છે કે, નદીનાં પાત્ર અને તેમાંના પત્થરાના હમેશના ઘસારાથી બે પરિણામ થવાં જોઈએ. પહેલું, પુષ્કલ કાદવ અને રેતી થવાં જોઈએ; અને બીજું, નદીનું પાત્ર ઘસાઈ ઘસાઈને વધારે કંઠું અને પહોલું થવું જોઈએ. ટલકો અને જમીનના પૃથ્વી ટરી ગયેલી પૂરણીને વરસાદ ઘસઘી લાવે તેમાં એ રેતી અને કાદવનો ડમેરો થાયછે. એમ ટોદાઈ નદીનાં પાત્ર કંઠાં અને પહોળાં થવાથી ટો અને કોતર જેવા મનોરંજક દેઝાવ નક્કર ટલકમાં દેઝીએ છીએ.

૧૭૬. નદીઓમાં કાદવ અને રેતી હોયછે તેનું કારણ હવે તમારા સમજ્યામાં આવ્યું. કાદવ, રેતી, કાંકરા, અને પત્થરાનાં ગચ્છાં નદીઓ નિરંતર ઘસઘી લઈ જાયછે તેમનું હું થાયછે તેવિષે તપાસ કરીએ.

૧૭૭. વઢી કનાલમાં નદીના પાત્રની નિરીશા કરો. એક ટેકાણે કાંકરાનો થર બાંધેલો છે અને બીજે ટેકાણે રેતીનું પહ બંધાયેલું તમારી નજરે પહેછે, તથા કોઈ કોઈ ટામે નક્કર ટલકના કકઢા ટોસાયલા દેઝાયછે. કેટલાક ઢૂટા પદાર્થો સદા ટેંચાયા જતા માલૂમ પહેછે. કાંકરા અથવા રેતીનો ઢગલો થોઢા કાલસૂધી એક ટેકાણે રહે, પરંતુ તેમાં રહેલી ક્ષીણી કાંકરી અને રજ પાળી જોઢે ઘસઢાયાં કરેછે. વસ્તુતઃ જે ઢૂટા પદાર્થોપર પાળી વહેછે તેઓ કેટલીક બાવતમાં નદીના જેવા છે. ઘણા વરસ કેઢે તેને કાંટે પાછા આવશો તો તે નદી ટ્યાંની ટ્યાંજ તમે જોશો, અને તેનાં તેજ નાનાં મોજાં, મંદ અવાજ, અને વમલ થતાં તમારી દષ્ટિએ પહેશે, પરંતુ એટલા સમય સૂધી નદી ટ્યાંની ટ્યાંજ હમેશ રહેછે તો-

પણ તેમાંનું પાણી જેમ આજે પણ બદલાતું તમે જોઈ શકો છો તેમ તે વસ્તુતામાં દરમિનિટે બદલાયું છે. પાણી વહી જાય છે ને તે ટેકાણે બીજું આવે છે. એમ નદીના પાત્રમાં કાદવ, રેતી, કાંકરા, વગેરે હમેશાં હોય છે, પણ તેઓ સદા તેનાં તેજ હાતાં નથી. તેઓ પ્રવાહમાં હમેશાં અગાઢી ઘસઘાય છે, અને વહેલાના ઊપલા-ખેથી તેમની જગ્યાએ બીજાં આવે છે.

૧૭૮. માટે ધરતીના પૃષ્ઠની સ્વર્ણાલી અને સ્વર્ણ પહેલી વસ્તુઓ નદીઓને તઢીયે સ્થાયી મુકામ કરતી નથી. પરંતુ તેઓના પ્રવાહ-ની જોડે જે તળાય છે તેમાંના ઘણા ભાગને તે માર્ગમાં પડતો મૂકે-છે. નદીને કાંઠે સપાટ જમીન તમારા જોવામાં આવી હશે. તેની સપાટી પાણીની સપાટીથી માત્ર થોડાક ફૂટ ઊંચી હોય છે. એ મોં-યને ભાટું કહે છે. ઘણી સ્વર્ણ નદીઓને કિનારે એવાં ભાટાં હોય છે, અને લીલોતરી ઊગેલાં લાંબાં સપાટ મેદાનમાં થઈને દરેકનો માર્ગ આઢી અવઢો વઢેલો દેસાય છે. નદીમાં તળાઈ આવેલા ઘસાઈ ગયેલા પાહાણાના બારીક રજકળોનું એ મેદાન બનેલું હોય છે. નદી-માં પૂર આવે છે તેવેલા કાદવ અને પાણી વધવાથી કાંઠાપર ઊભરાઈ બેઢ બાજુએ નીચી જમીનપર જઢ ફેલાય છે. નદીના પાત્રની એમ બહાર ગયેલા પાણીનું વહેણ ધીમું પડે છે; તેના પ્રવાહને રોકાણ થવાથી તેમાંનો બધો કાદવ અને રેતી તેમાં રહી શકતી નથી. તેથી તેઓ-માંનો કેટલોક ભાગ તઢીયે બેસે છે. એ રીતે જે ભાગપર રેલનું પાણી ફરી વઢેલું હોય છે તે ભાગપર માટીનો થર બંધાય છે, અને પૂર ઊતરી જાય છે એટલે એ થરને લીધે મેદાનની ઊંચાઈમાં થોડોક વધારો થાય છે. એમ માણે દરવર્ષે બને છે અને છે છે તે પ્રદેશ એટલો બધો ઊંચો થાય છે કે છેક મોટી રેલ આવે છે ત્યારે પણ તેપર પાણી ચઢી શકતું નથી, અને એ સઘળો વસ્તુ વઢી નદી પોતાનું પાત્ર ઊંડું સોદતી જાય છે.

નદી બાંકી ચૂંકી વહેછે તેથી તે પ્રદેશના કેટલાક ભાગને खોદીને તાળી જાયછે અને આગળ નીચાણમાં નવો પ્રદેશ રચેછે. એ રીતે નદીની બાજુઓપર એક એકથી ઝંચા પ્રદેશ ધીમે ધીમે થાયછે.

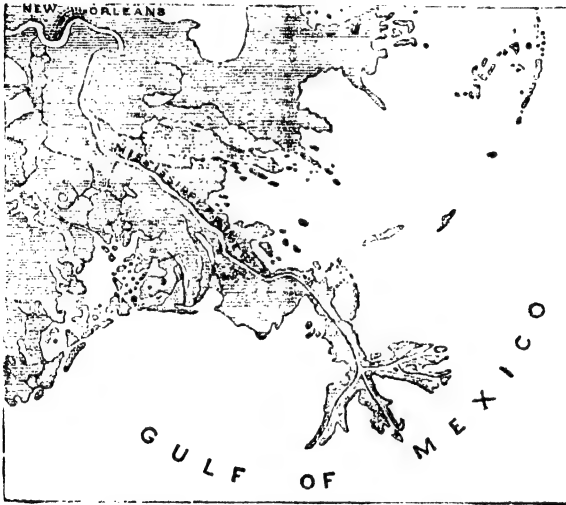


આકૃતિ ૧૧ મી.—નદીથી (S-S) ધીમમાં રેતી, માટી, અને કાંકરાના અનુક્રમે થયેલા પ્રદેશ (૧, ૨, ૩,) ના સ્વંહ.

૧૭૯. તોપણ એવા એક અથવા વધારે પ્રદેશ નદીની જે રેતી અને કાદવના બનેછે તેઓ માત્ર થોડા કાલસૂધીજ ત્યાં રહેછે. ત્યાંથીએ તેઓને યસવાતું છે; નદીનાં પાણી કાંટાને યવેછે તેથી તેઓ ઘસઘાઈ જાયછે.

૧૮૦. સાગરને અથવા સરોવરને નદી મળેછે ત્યારે તેના પ્રવાહને રોકાણ થાયછે, તેથી પાણીના પ્રવાહનું ઝોર ઓછું થાયછે અને તેથી તેમાંની રેતી અને કાદવ તલ્લીયે બેસેછે. તલ્લીયાનો કેટલોક ભાગ ધીમે ધીમે પૂરાઈ નદીની સપાટી સૂધી ચઢી જાયછે, અને મુખ્ય વહેણની બેડ પહલે પહોળી ચપટી મીની જમીન થાયછે. બીજા પ્રદેશોમાં રેલ આવેછે તેમ એ ઉપર પળ આવેછે, અને તે વેળા એ જમીનપર કાદવવાહું પાણી ફરી વળી રેતીનો કે કાદવનો થર બંધાયછે અને છેછે તે જમીન નદીની સાધારણ સપાટીથી ધીમે ધીમે ઝંચી ચઢી જાયછે. ત્યાં નદીના પુષ્કળ ફાટા થઈ જઈ તેઓ એ જમીનમાં આઢા અવઢા વહેછે. એ સપાટ મેજવાળી જમીનમાં વનસ્પતિ ઝમેછે; એ સ્થલે પ્રાણીઓને યોરાક તથા આશ્રય મળેછે; અને એ પ્રમાણે નદીની કૃતિને લીધે નવો પ્રદેશ બનેછે.

१८१. नदीथी थयेला आ सपाट प्रदेशोने **देल्टा** कहेछे. यूरोपना प्राचीन विद्वानांना जाणवामां नील नदीथी थयेलो प्रदेश हतो तेनो आकार ग्रीक अक्षर  $\Delta$  ना जेवो ते त्रिकोण होवाथी ते अक्षरने नामे तेतुं नाम पड्युं. नदीना मुखनी थड्यां जे पूरणी ठरेछे



आकृति १२ मी.-मिसिसिपिनो देल्टा.

तेनो ए साधारण आकार होयछे; ए सपाट त्रिकोण प्रदेश जमीन भणी सांकडो अने दूरिया भणी पहोळो थायछे. एमांना केटलाक **देल्टा** घणा मोटा होयछे; जेमके मिसिसिपिनो देल्टा.

१८२. माटे जमीनना पृष्ठ उपरथी खवायली अने खरी पडेली अने नदीमां तणाई आवेली पूरणीनो एवो दरेक प्रदेश बनेलो छे.

આમાંના કેટલાક પ્રદેશ વિસ્તીર્ણ હોયછે, તોપણ એરીતે ઘસઢાઈ આવેલી વધી પૂરણી તેઓમાં દેખાતી નથી. ઘણા ભાગ દૂર તળાઈ દરિયાને તરફ ટરેછે. જે મોટા ટાપુમાં જમીન અને પર્વતોની ટૂંટ સંતાડવામાં આવેછે તે સાગર છે. ઘણો સરો મોટા તળાવો ત્યાં જાયછે.

## ૯. હિમક્ષેત્ર અને વરફનો મોટો પટ.

૧૮૩. વરસાદરૂપે જમીનપર જે પાણી પડેછે તેના માર્ગનું વર્ણન કર્યું. હવે વરફ (કલમ ૧૨) ના માર્ગવિષે તપાસ કરીએ.

૧૮૪. કોઈ દેશમાં ઊંચા પર્વતોનાં શિખરોપર વરસમાં ઘણા માસ લગી વરફ રહેછે. આમાંની કોઈ ટોચપર ઢંકાયેલી ફાટો હોયછે, તેમાં ઊનાળાના તાપમાં પણ ઊંડી હિમની થાપણ વાંધેલી દેખાયછે. ત્યાં કોઈ ઊંચાઈનાં શીતલ સ્થળોમાં માત્ર વરફ ઓગળતો નથી.

૧૮૫. પરંતુ કોઈ ઠેકાણે પર્વતો વધારે ઊંચા હોયછે ત્યાં તેઓનાં ઊંચામાં ઊંચાં શિખરોપર વરફ કદી ઓગળી જતું નથી; તેઓ આજે વરસ ધોળા ચઢકતા દીસેછે. આ ઊંચા હિમમય પ્રદેશોની શાંતતા તથા પ્રાંતતાથી તમારા મનપર જેટલી અસર થાયછે તેટલી દુનિયામાંહેલી કોઈ વસ્તુથી ભાગ્યે થશે. સ્થાનમાંથી જોતાં આ પર્વતો એટલા વિશાળ અને આગે, એટલા ધોળા અને સ્વચ્છ દેખાયછે, અને વધી તેની જોડે સવારે અને સાંજે જે રંગો આકાશમાં દીપેછે તે વધા એવી આશ્ચર્યકારક રીતે ગ્રહણ કરેછે કે, જે ઘન પૃથ્વીપર આપણે વર્ષા છીએ તેના ભાગ નહિ હોતાં તેઓ આકાશના ભાગ હોય એમ પ્રથમ માસેછે. પરંતુ તેઓપર ચઢીએ છીએ ત્યારેજ તેમની સરેસરી ચમત્કારિક પ્રાંતતા નજરે પડેછે. જ્યાં વધે

આવાં ધોળાં ચઢકતાં શિખરો આકાશના કાઝા આસ્માની રંગની સામે પ્રકાશેછે; તેમાં ઠેકાણે ઠેકાણે જાંબુઆ રંગની છાયાની લીં-ટીઓ પહેલી હોયછે, અથવા જે ધોળી ચાદરોનાં પડ ઘણા અંતર-સૂધી ટેકરી અને ઢાઝપર પથરાયેલાં હોયછે અને જેમાંથી નીચે સ્ત્રીણમાંહેલા દ્રાક્ષના બાગ અને ઘાસની જમીન સૂધી ભૂરા બરફની લાંબી જીમો જાણે પહોંચેલી હોયછે, તેમાં થઈને કાઝા રોકના ગદ્દા બહાર નીકળી આવેલા હોયછે. આ કુંચા હિમમય પ્રદેશમાં ગૂઢ શાંતતા હોયછે. કોઈ આધેના ધોધનો અવાજ અથવા પર્વતમાંથી વહેતા પ્રવાહનો ધસારો ઘણે છેટેથી પવનની લહેર જોડે ઘસઘાઈ વાગતે સંભળાયછે. બરફનું ગચ્છું છૂટું પડી ઢાઝની નીચે ગબડી પડેછે ત્યારે કોઈવાર ભારે ગરગડાટ પણ સંભળાયછે. પરંતુ એ અવાજ બંધ પડેછે ત્યારે તેવઢે વધારે ગૂઢ શાંતતા થાયછે.

૧૮૬. એક સ્થળમાં સદા બરફ શા કારણથી રહેછે અને દુ-નિયામાં એ બરફ શું કામ કરેછે તે જોઈએ.

૧૮૭. વાતાવરણના ઊપલા ભાગ અતિશય શીતલ હોયછે એ વાત તો તમે ૯૬ મી કલમમાં જાણી ગયા. તમને સ્વભર છે કે વઢી ધ્રુવ નામે પૃથ્વીના બે સામસામેના ભાગની આસપાસ છેક ઉત્તરમાં અને છેક દક્ષિણમાં હવા અતિશય ઠંડી હોયછે—એટલી ઠંડી કે હિમ અને યલ્લના ક્ષત્રજ વિસ્તીર્ણ પ્રદેશો બનેછે, તે સ્થળે સાગર અને જમીન ઠરી ગયેલાં છે, અને કનાઢાનો તાપ બધા બરફને ઓગાળીને સ્વસેડી શકતો નથી. આ બે શીતલ ધ્રુવ પ્રદેશની વચ્ચે જે ઠેકાણે પર્વતો એટલા કુંચા હોયછે કે તેઓ વાતાવરણના જે કુંચા ભાગમાં શીત બિંદુની નીચે ઘણું કરીને ડાળમાન હોયછે તે ભાગને અડેછે તે ઠેકાણે વામાંથી ઘાડી થયેલી વરાઢ વરસાદરૂપે નહિ પડતાં બરફરૂપે પડેછે. એ રીતે તેમનાં શિખર અને ઊપલા ભાગો બરફથી સદા ઢંકાયેલાં રહેછે.

એવા ઝંચા પહાડી પ્રદેશોના ઝપલા ભાગોમાં ઝનાઝામાં બરફ રહે છે, તોપણ તેની નીચેના ઢુંગરોપર પહેલો બરફ ઝનાઝામાં હમેશાં ઓગળી જાય છે. કોઈ એક લીંટી કે મર્યાદાની નીચે જમીન પરંતુ બરફ ઓગળી જાય છે, અને તેની ઉપરંતુ બરફ રહે છે એમ દરવરસે જોવામાં આવે છે. આ મર્યાદાને **હિમરેષા** કે **નિરંતર વરફની મર્યાદા** કહે છે. એની ઝંચાઈ દુનિયાના જૂદા જૂદા ભાગોમાં ભિન્ન ભિન્ન હોય છે. વિષુવવૃત્તની બેઝ બાજુએ ઉષ્ણ પ્રદેશોમાં તે વધારેમાં વધારે હોય છે. એ ઠેકાણે તે સાગરની સપાટીથી પંદર હજાર ફૂટ ઝંચી હોય છે. પરંતુ ધ્રુવ પાસેના શીતલ પ્રદેશોમાં તે સાગરની સપાટીની પાસે હોય છે. બીજી રીતે કહીએ તો ધ્રુવ પ્રદેશોમાં હવા એટલી ઠંડી હોય છે કે સાગરની સપાટીની પાસે સદા બરફ હોય છે, અને વિષુવવૃત્તના પ્રદેશો એટલા ગરમ હોય છે કે વાના જે ટાઢા ભાગમાં આજુ વરસ બરફ રહી શકે તેની પાસે પહોંચતાં હજારો ફૂટ ઝંચે ચઢવું પડે.

૧૮૮. બરફનું તોફાન તો આપણા દેશમાં થતું નથી. વાતાવરણમાં પ્રથમતો થોડાં બરફનાં ફૂલ વરસે છે; પછી તેઓ સંખ્યામાં અને કદમાં વધે છે, અને છે છે જમીન ધોળી થવા માંડે છે; અને જેમ વલત જાય છે તેમ આજા દેશમાં છ કે બલકે વધારે ઇંચની જાઢાઈના થીજેલા જલની ધોળી ચાદર પથરાઈ જાય છે. શીઆઝામાં તે દેશમાં હોઈએ તો એ આપણે જોઈ શકીએ. વરસાદ અને બરફમાં મોટો તફાવત એ છે કે એટલાજ વલત સૂધી વરસાદ વરસ્યાં કરે તો એ રસ્તા અને સેતરો દષ્ટિએ પડે, કેમકે વરસાદનું દરેક ફોર જે ઠેકાણે પડે છે તે ઠેકાણે પડી નહિ રહેતાં જમીનમાં નીચે ઝતરે છે, અથવા પાસેના નાઝામાં વહી જાય છે. પરંતુ દરેક બરફનું ફોર પવને કરીને બીજે કોઈ ઠેકાણે ઝઢી જાય નહિ તો તે જ્યાં પડે છે

त्यांज रहेछे. वरसादनुं पाणी जमीनपरथी जेम उतावळे जतां रहेघाय तेम जतुं रहेछे; बरफथी जेम वधारे वार रही शकाय तेम रहेछे.

१८९. आ मोटा भेदने लीधे जळना ए बे प्रकारनी बीजी कृतिओमां एटलीज मोटी भिन्नता पडवी जोईए. वरसादनो मार्ग तो तमे जोयो; हवे बरफनुं शुं थायछे ते खोळी कहाडीए.

१९०. जे देशमां बरफ सदा रहैतुं नथी तेवा देशमां आ प्रश्ननो उत्तर ए छे के शियाळामां जे बरफ पडेछे तेने ओगाळी शके एटली गरमी वायुमां होय नहि त्यांसूधी ते भोंयपर पडी रहेछे. पाणीना पृष्ठपर वराळ थायछे तेम बरफना पृष्ठ उपरे थायछे; माटे बरफ पीगळी तेनुं पाणी वही गयुं न होय तोए पण बरफनुं पड वराळरूपे वामां शोषायाथी आखरे ते अदृश्य थाय, पण घणुं करीने तेम न थतां ते **वीघरी जायछे**; एटले ताप वधवाथी बरफ ओगळी जायछे. बरफ वीघरेछे त्यारे वरसादना पाणीनी पेठे ते पण जमीनमां ऊतरेछे अने नाळां भर्णा वही जायछे. त्यारे पछी तेनी पाछळ जोवा जवानी जरूर नथी, कारण के वरसादना पाणीतुं जे थायछे तेज बरफना पाणीतुं थायछे. तमारे एटलुं याद राखवुं के बरफनो मोटो जथो उतावळे वीघरी जाय तो देशमां पुष्कळ पाणी वही नदी नाळांमां झट पूर आवे. ए रीते नदीओमां एकदम पूर आववाथी तथा पाणी ऊभराई तेना कांठापरनां खेतरोमां अने गामोमां फरी वळवाथी भारे हानि थाय.

१९१. जे देशोमां सदा बरफ रहेछे ते देशोमां आखा वरसमां बरफ घरसेछे ते शसघळा बरफने ऊनाळानो ताप वीघरी शकतो नथी. त्यारे ए धीजेतुं पाणी त्यांथी बीजी कई रीते खसतुं हशे ? ए पर्वतोपरथी बरफ कोई प्रकारे जायछे ए तो स्पष्ट छे, केमके जतुं न होय, अने सैंकडो वरस सूधी त्यां वरसो वरस एकतुं थयां



કરે તો પર્વત ઉપર બરફનો મોટો ઢગલો થઈ આકાશમાં ઘળો ઝં-  
ચો જાય અને બધી બાજુઓએ પ્રસરી ધીમે ધીમે તેની આસપાસની  
તમામ નીચી જમીનને દાટી દે. પણ એવું કાંઈ થતું નથી. આ ગૌરવ  
હિમમય પર્વતોનો દેખાવ સૈકઢો વરસ તેનો તેજ રહે છે. તેમનાં  
સ્વરૂપ વધતા જતા બરફમાં દટાઈ જતાં નથી.

૧૯૨. વરસાદનું વધારાનું પાણી નદી માંમે વહી જાય છે એ તો  
તમને સાંભરતું હશે. હિમ રેખાની ઉપરનો વધારાનો બરફ એજ  
પ્રકારે વહી જાય છે. તે હિમક્ષેત્રની પટ્ટીની વાટે વહી જાય છે.

૧૯૩. જ્યારે બરફનો જમાવ પુષ્કલ થયો હોય છે ત્યારે ઊપલા  
થરાનું નીચલા થરપર દબાણ થવાથી તેઓ સજ્જદ થાય છે. જમી-  
નનું પૃષ્ઠ ઘણું કરીને કોઈ દિશામાં ઢલતું હોય છે, માગ્યે છેક સપાટ  
હોય છે. ઝંચા પર્વતોના ઢાલ ઘણીવાર લગભગ ઝૂખા હોય છે. ઢાલ-  
પર બરફ બહુ એકઠું થાય છે અને તેથી નીચેનું ઉપરના ભારથી  
કઠળ અને નક્કર બને છે ત્યારે તેના ત્યાં પહી રહેવાના વળળને શુ-  
ત્વાકર્ષણ તોડે છે, તેથી તે બરફ ઊતરતે ઢાલે ધીમે ધીમે લપસવા  
માંડે છે. એક ઢાલપરથી નીચે બીજા ઢાલપર, ત્યાંથી ત્રીજાપર એમ  
હેઠે ઊતરે છે, અને આસપાસના ઢાલપરથી લપસી આવતા બીજા  
ઢગલા તેમાં મળતા જાય છે. છેલ્લે આગલો ભાગ લાંબો પટ્ટી જેવો  
બની લપસતો કોઈ સ્ત્રીણમાં નીચે ધીમે ધીમે ઊતરે છે, અને ત્યાં  
વીધરી જાય છે; બરફના મોટા પટ તે હિમક્ષેત્ર, અને તેનો જે સાંકઢો  
ભાગ સ્ત્રીણમાં ઊતરે તે હિમ ક્ષેત્રની પટ્ટી. દેશમાંનું વધારાનું પાણી  
નદી વાટે વહી જાય છે, તેમ એ હિમક્ષેત્રનો વધારાનો બરફ એ વાટે  
વાધરો જાય છે. હિમક્ષેત્રની એ નીચે ઊતરતી પટ્ટીને ઇંગ્લેજી બોલીમાં  
ગ્લેસિયર કહે છે. આપણા દેશમાં એવા ઝંચા પર્વત નથી તેથી એવું  
બનતું નથી, અને એને માટે બોલ નથી, પણ હિમાલય પર્વતપર એમ

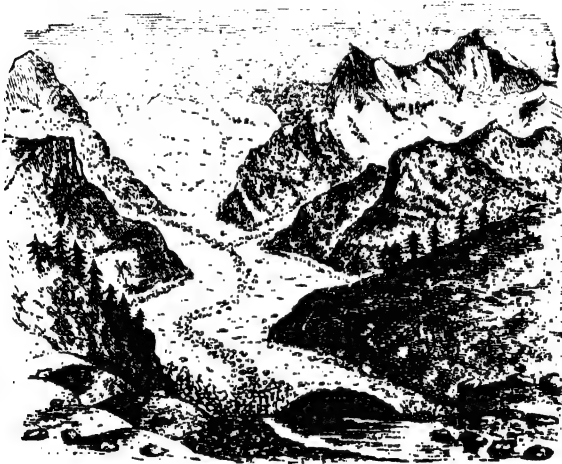
थायछे तेथी त्यांना लोकमां एने माटे कोई शब्द कदापि हशे.

१९४. परंतु हिमक्षेत्रमांथी बरफनो जे पट बहार आवेछे ते बरफनो नथी, पण यखनो छे. बरफ नीचे सरेछे तेम दबाईने तेनो घन हिम के यख बनेछे. दरेक बरफतुं फोरं झीणा बिलोरना दाणानु बनेछे. ए झीणो स्फाटिक जेवो कण यख छे. ए रीते बरफनो टगलो यखना झीणा कणनो जथो छे, नै ए कणनी वच्चे वर रहेलो छे. माटे बरफ दबायछे त्यारे मांहेलो वा बहार नीकळी जायछे, अने यखना छुटा रहेला कण एकठा बाझी घन गच्छी बनेछे. बे हाथनी वच्चे लाडवा करेछे तेम घरसेला बरफने जोरथी दबाव्याथी तेनो कठण गोळो बनावी शक्यायछे. जेम वधारे जोरथी दबावी शक्याय तेम ते गोळो वधारे कठण थायछे. फूल बरफमांथी एटले फूल हिममांथी घनु हिम बनतां जे थायछे तेज हाथवते गोळो करवाथी थयुं. मांहि भराई रहेला वाने दाबी काढवाथी हिम कण पासे पासे बाझवाथी कठण थायछे. तोपण हाथना बळथी जराए जरा वाने काढी नाखी शकातो नथी. तेथी बहु जोरथी दाब्या छतां पण मांहि पूरायला वायुने लीधे ते गोळो धोळो रहेछे. पण हिमक्षेत्रमां नीचेना फूल हिम उपरज घणु वधारे दबाण थायछे; जेम उपर भार वधे तेम तेम दबाण वधारे थाय ने तेथी ते दबायला हिमकणनी वच्चे रहेलो-वा नीकळतो जायछे, अने छेछे ते बरफ स्वच्छ पारदर्शक पाषाण जेवो थायछे. ते घन हिम के यख बनेछे.

१९५. माटे ग्लेशियर एटले हिमक्षेत्रनी नीचे ऊतरेली पटी ए नदी छे, पण ते पाणीनी नदी नथी. हिमक्षेत्रमांथी ऊतरेला घन हिमनी नदी छे. कोईवार ते हिम रेखानी बहु नीचे ऊतरेछे. आखी खीणने ढांकी दई हळवे हळवे नीचे आवेछे. ऊनाळामां दररोज आखो दिवस तेतुं पृष्ठ पीगळी स्वच्छ पाणीना वहेळा तेपर दोढेछे;

પળ રાતે તેઓ થીજી જાયછે. છેલ્લે સ્વીળના તે સ્થલે તે જઈ પહોંચે-  
છે, જ્યાંથી તેનાથી અગાડી જઈ શકાતું નથી, કેમકે જેટલા વે-  
ગથી તે આગલ જાયછે તેટલા વેગે ત્યાંના વાયુની ઊષ્ણતા તેને  
ઓગાલેછે. એરીતે હિમક્ષેત્રનો છેઢો આવેછે. એ છેઢામાંથી કચરાલ્લા  
પાણીના વહેલા નીકળી આગલ મોટી નદીમાં મળેછે. હિમક્ષેત્રનું  
પાણી એ નદીની વાટે વહી જાયછે.

૧૯૬. મોટા ગ્લેશિયરનાં મુખ્ય લક્ષણોમાંનાં કેટલાંક નીચલી



આકૃતિ ૧૩ મી—ઘન બરફમાં મોટા દટાયેલા પાહાણા, નાના  
પથરા, કાંકરા, બરફથી ઘસાયેલા સ્વકો, અને બરફમાંથી  
વહેતી નદીઓ સહિત બરફના મોટા ગ્લેશિયરનો દેશાવ.

આકૃતિમાં બતાવ્યાંછે. બરફથી ટંકાયેલાં શિખરો ઝંચે ગગનને અ-  
ડકેલાં દૂરથી દેસાયછે, તેમાં હિમક્ષેત્ર આવેલાં છે. બેઝ બાઝુથી

બરફ મુખ્ય સ્ત્રીય ભળી ધસી આવી ત્યાં ગ્લેસિયર બનેછે. સ્ત્રીયની ગલીકુંડીમાં ભરપૂરે અને છેલ્લે ચિત્રમાં દેખાયછે તેમ તેનો એકાએક છેડો આવેછે, અને બરફના વીધરતા છેડામાંથી નદીનું વહેણ ચાલેછે.

૧૯૭. નદીના કાંઠા અને તક્કીયું ઘસાઈ જાયછે, અને પોતામાં ધોતી જમીનમાં તેમજ કઠળમાં કઠળ પાષાણમાં તે પોતાને વહેવાનું પાત્ર खोदी કાઢેછે ( કલમ ૧૭૩ ). વઢી જમીનપરથી કાદવ, રેતી, અને પથ્થરાને દરિયામાં તે ઘસડી લઈ જાયછે. બરફના મોટા પટનું કામ એવી જાતનું છે, પરંતુ કેવળ ભિન્ન રીતે થાયછે.

૧૯૮. જ્યારે નદીમાં પથ્થરા પહેછે ત્યારે તેઓ તક્કીયું બેસેછે અને વહેણ તેમને ત્યાં તાળી જાયછે. કાદવ નદીમાં મળેછે ત્યારે પાણીમાં તે અધર રહેછે ને પાણી જોડે આગળ ઘસડાયછે. પરંતુ બરફના મોટા પટનો ઘન બરફ નક્કર પદાર્થ છે તેના પૃષ્ઠપર જે પથ્થરા અને કાદવ પહેછે તે ત્યાં રહેછે અને બરફના મોટા પટના આંખાની જોડે તેઉપર સ્વારી કરતા આગળ જાયછે. ૧૩ મી આ-કૃતિમાં બતાવ્યાપ્રમાણે ગ્લેસિયર ઉપર મોટાં ગચ્છીઆં, મોટી શિ-લા, પથ્થરા, ઢેફાં, વગેરેની લાંબી હારો બાંધેછે તેને “ **મોરેન** ” કહેછે. પણ ઘન બરફમાં ઘણીવાર કંઠા ચીરા પહેછે, અને તે ચીરા વચ્ચે પહોળા થાયછે ને તેમાં હિમ અથવા બીજી ઉપાધિને લીધે સ્ત્રી-યનો બાજુઓમાંથી છૂટા પહેલા પથ્થરા અને માટી પુષ્કળ ભરાયછે. એ રીતે ફાટોમાં ઊતરેલા પદાર્થો તક્કીયે બેસેછે અને જે સ્ત્રીયમાં તે ઊતરેછે તેને તક્કીયું પહોંચેછે; વઢી તેજ વચ્ચે બરફના મોટા પટની કોર અને સ્ત્રીયની બાજુની વચ્ચે એવીજ જાતનો કચરો ધસી પહેછે.

૧૯૯. જે સંમીન બરફ પર્વતપરથી ઊતરેછે તેની નીચે દબા-યલા રેતીના કણ, કાંકરા, અને પથ્થરા વહે એ પર્વત છોલાયછે.

જેમ વાસળ માંજવાને ક્ષીણો ભૂકો હોયછે તેવો પર્વતોને છોલી સાફ કરવાનો જાણે જાહો ભૂકો તે બનેછે. તે વહે ગ્લેક્ષિયરો પોતાના માર્ગની બાજુઓ અને તક્કીઆને નિરંતર ઘસેછે. એક બરફના હુંગર નીચે જાઓ અથવા જે બાજુએથી તે થોડોક સ્વસ્થો હોય તે બાજુનો કોઈ ભાગ તમે જુઓ તો પાહાણાનાં પૃષ્ઠ ઘસાઈ ગયેલાં અને પથ્થરાની તીક્ષ્ણ ધાર અને જેતીથી તેનાપર લાંબા ઘસરકા પહેલા તમારી દૃષ્ટિ પહોંચે. કઠળ હિમથી પર્વતપર બનેલા ગોઠ ઢેફાં ૧૩ મી આકૃતિના આગલા ભાગમાં બતાવ્યાં છે.

૨૦૦. જે નદી ગ્લેક્ષિયરને છેડેથી નીકળેછે તેનાં પાણી હમેશાં મેલાં કાદવવાળાં હોયછે તેનું કારણ હવે તમારા સમજવામાં આવશે. ગ્લેક્ષિયરના આજ્ઞા તક્કીયાને પથ્થરા ચોટી ગયા હોયછે તેઓ નીચેના પાહાણાને ઝરહી સ્વેરવી પાડેછે. પરીતે ક્ષીણી ધૂલનો પુષ્કળ કાદવ થાયછે ને પાણીના વહેણે બરફના મોટા પટોમાંથી નીચે વહેછે તેમાં ઘસઢાઈ જાયછે. બરફ નીચેથી કચરાણું પાણી વહેછે તે તેને છેડેથી બહાર આવેછે.



આકૃતિ ૧૪ મી—ગ્લેક્ષિયર એટલે બરફના મોટા પટની નીચે ઝરહાયલો અને સાફ થયેલો છૂટો પથ્થરો.

૨૦૧. ગ્લેક્ષિયરો પર્વતોમાં પોતાને જવાનો માર્ગ સ્વોદી કહા-

હેછે ઇટલુંજ નહિ, પણ બેડ બાજુએ હૂંઘરામાંથી સ્વરી પહેલાં પુષ્કલ ગચ્છીઆં, પથ્થર, કાંકરા, અને માટી તેની પીઠઉપર પહેલાં તેઓને નીચે તેડતા જાયછે. તેની પીઠઉપર એ રીતે ઘરનાં જવઢાં ગચ્છિયાં ઘણા મૈલસૂધી ચાલ્યાં જાયછે, અને જે ઠેકાણે બરફ ઓગલેછે તે ઠેકાણે વાસો કરેછે. આ મોટાં ગચ્છિયાંમાંના એકનું નીચલી ( ૧૫ મી ) આકૃતિમાં ચિત્ર આપ્યું છે. દર વરસે લાસોમળ છૂટાં પહેલાં ગચ્છિયાં, પથ્થરા, અને કાદવ બરફવાળા પર્વતોપરથી નીચે આવેછે, અને જે સ્ત્રીઓમાં તે ગ્લેશિયરો જઈ અટકેછે ત્યાંસૂધી તેઓ બરફની પીઠઉપર બેસી મુસાફરી કરેછે.

૨૦૨. ધ્રુવના પ્રદેશોમાંહેના ગ્લેશિયરો દુનિયામાં મોટામાં મોટા છે. ઉત્તર મીન્લાંડ તો એક મોટા ગ્લેશિયર નીચે દટાયલો છે,



આકૃતિ ૧૫ મી.— પ્રાચીન હિમક્ષેત્રવહે આલ્પ્સ પર્વત-પરથી ઘસઢાર્કે જૂરા પર્વતપર આવીને રહેલું અસ્થિર ગચ્છિયું. અને તેની લાંબી ચાંચ નીચે સ્ત્રીઓમાં અને દૂર સાગરસૂધી જાયછે. ગ્લેશિયર દરિયામાં જાયછે ત્યારે તેનો થોડોક ભાગ તૂટી સાગરમાં તરેછે

તેને **બરફના તરતા હુંગર** કહેછે ( આકૃતિ ૧૬ ). આ શીત પ્રદેશોમાં ગ્લેશિયરો ઇટલા મોટા હોયછે કે તેમની નાજુએ જે મોજાં અથવાયછે તેનાથી સેંકડો ફૂટ ઝંચા એ તરતા હુંગરો હોયછે. તો-પણ એ તરતા ઘન બરફનો જે મોટો ભાગ પાણીની ઉપર દેખાયછે તેનાથી લગભગ સાત ગણો ભાગ પાણીની નીચે હોયછે. એવા બર-ફનો કઢકો લઈ પાણીના વસણમાં મૂકી તેનો કેટલો ભાગ પાણીની ઉપર રહેછે તે તપાસશો તો એ વાત તમારા ધ્યાનમાં ઊતરશે. દરિ-યામાં ઝંઢા ઊતરી એ હુંગરો ઓગળી જાયછે ત્યાંસૂધી આમ તેમ તરેછે, અને ઓગળ્યા પહેલાં કોઈવાર તેના મૂલસ્થાનથી ઇટલે જે ગ્લેશિયરમાંથી તેઓ નીકળ્યા તેનાથી સેંકડો મૈલ દૂર જઈ પહોંચેછે.

૨૦૩. ત્રિતન દેશમાં પણ અગાઉ કોઈ કાલે ગ્લેશિયર હતા



આકૃતિ ૧૬ મી-દરિયામાં બરફના તરતા હુંગરો.

એ તમે અગાડી શીખશો. બરફથી ઊજરઢાયલા અને ઘસાઈ ગયેલા

પાહાણા અને બરફની પીઠ ઉપર સ્વારી કરી આવેલા છૂટા પથ-  
રાના ઢગલા તથા મોટાં ગચ્છિયાં તમે તમારી આંખે જોઈ શકશો.  
વેલ્સ અને કંબર્લીઢમાં, સ્કાટ્લાંડના ઘણા ભાગોમાં, તથા આયર્લી-  
ઢમાં પણ બરફની એ અને બીજી ઘણી નિશાનીઓ જડેછે. માટે  
ગ્લેશિયરોવિષે શોધવામાં હાલ જે પ્રદેશોમાં ગ્લેશિયરો બનેછે તેનુંજ  
માત્ર જ્ઞાન થાયછે એટલુંજ નહિ, પરંતુ એ જ્ઞાનનો ઉપયોગ જ્યાં  
હાલ તે નથી ત્યાં પણ કરી શકાય.

## સાગર.

### ૧. સાગર અને ભૂમિનો સમુદાય.

૨૦૪. આપણે જમીનપર વસીએ છીએ અને મેદાન, સ્ત્રીળ, હૂંગરા,  
પર્વત, શ્યાદિ ભૂમિનાં પૃષ્ઠના ભિન્ન ભિન્ન આકાર આપણે જાણીએ છીએ  
માટે પૃથ્વીનો મુખ્ય ભાગ ભૂમિ છે એમ આપણે ધારીએ છીએ. આપણા  
લોકમાંના જેઓ દેશના માંહેલા ભાગમાં રહેછે તેઓમાંના ઘણાક  
દેશની બહાર ગયેલા નથી અને તેમણે નદી, તળાવ, અથવા મોટા  
કુંડ કરતાં પાણીનો વધારે મોટો પટ જોયો નથી, પણ તેઓ પશ્ચિમ  
ભણી ચાલ્યા જાય તો તેઓ ભૂમિની કોરે પહોંચે અને તેમના મોટા  
આગળ જઠનો મોટો પટ આવી રહે. મુંબાઈમાં હરકોઈ દિશામાં  
તમે જાઓ તો છેવટે જમીનને છેડે આવી પહોંચશો અને તમારી  
આગળ પાણીનો મોટો પટ દેશાશે. તમે નાવમાં બેસીને મુંબાઈની  
આસપાસ બધી મેર ફરી વળી શકો, અને તે વડે નક્કી કરી શકો  
કે મુંબાઈ બેટ છે.

૨૦૫. મુંબાઈની આસપાસ તો એક બે દહાડામાં ફરી વળી  
શકો, પણ તેને બદલે મોટા જ્ઞાણમાં બેસી સીધા પશ્ચિમ દિશામાં  
હંકારો તો ફરીને જમીન નજરે પડતાં આઠ દશ દિવસ થાય.



અથવા વધારે દક્ષિણ દિશામાં તમે હંકારશો તો કેટલાક મહિના-સૂધી જમીન દટિણ પચ્ચા સિવાય તમે સફર કર્યાજશો અને છેછે દક્ષિણ ધ્રુવની આસપાસ આવેલી જમીનની હદમાં બરફના ઢૂંગરા તમારી નજરે પડશે. એ રીતે પૃથ્વીના પૃષ્ઠના કેટલા મોટા વિસ્તારમાં પાણી છે તે તમારા જાણવામાં આવશે.

૨૦૬. સ્વહં જોઈએ તો પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર કોરી જમીન કરતાં પાણીથી ઢંકાયેલી જમીનનો વિસ્તાર લગભગ ત્રણ ગણો છે; એટલે પૃથ્વીના પૃષ્ઠના આશરે ત્રણ ભાગપર પાણી છે અને એક ઉપર કોરી જમીન છે એવો અંદાસટો કહાડવામાં આવ્યો છે. એ વાત આ દેશના કે ગમે તે દેશના હરકોઈ ભાગમાં જે કાંઈ આપણે જોઈ શકીએ તેપરથીજ કહી શકાય નહિ. માણસોએ પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરીછે અને ઘણી દિશામાં તેની બીજી મેર ગયાછે તેને લીધેજ જમીન અને પાણીનું પ્રમાણ જાણવામાં આવ્યું છે.

૨૦૭. નિશાઝોમાં પૃથ્વીના ગોળા હોયછે તેમાંનો એક ગોળો લઈ ધરીપર તેને ધીમે રહીને ફેરવો. જમીનની સપાટી કરતાં પાણીની સપાટી કેટલી વધી મોટી છે તે તમે જાણ જૂઓ છો. પરંતુ પાણી અને જમીનની વહેંચણસંબંધી કેટલીક બીજી મનોરંજક હકીકત તમારી નજરે પડશે.

૨૦૮. પ્રથમતો તમામ પાણી એક મોટા સમુદાયમાં ભેગું જોડાયેલું તમારી દટિણ પડશે. એને આપણે સાગર કહીએ છીએ. પરંતુ જમીનમાં સાગર ઘૂસવાથી તેના ઘણા ભાગ પડી ગયેલા છે; અને જમીનના મુલ્ય સમુદાયમાંથી કેટલાક ભાગ વિચ્છૂટા પડી ગયેલા હોયછે તેઓ બેટ છે. એ રીતે જમીનના વિચ્છૂટા પડેલા કઢકામાંનો એક કઢકો મુંબઈ છે.

૨૦૯. બીજું, વિષુવવૃત્તની દક્ષિણ દિશાકરતાં ઉત્તરે પુષ્કલ

જમીન તમારી દૃષ્ટિ પડે છે. તમારી આંખની નીચે સીધું લંડન શહેર આવે એવી રીતે ગોઠી ચઢાવશો તો ગોઠાપરની ઘણીં સ્ત્રી જમીન તમારી નજરે પડશે; અને ગોઠાને દક્ષિણ દિશાએ મસ ચઢાવી ન્યૂઝીલેન્ડના પ્રદેશ પર સીધી નજરેથી જોશો તો સાગરનો ઘનોસ્ત્રી ભાગ તમારી દૃષ્ટિ પડશે. એ રીતે પૃથ્વીપરના દેશોની વચગાળે એટલે કોરો જમીનનો જે જોવાનું છે તેના મધ્ય બિંદુની થડમાં લંડન શહેર છે; અને આ મધ્ય સ્થાનને લીધે ઇંગ્લેન્ડના વેપારને બેશક લાભ થયો છે.

૨૧૦. ત્રીજું, જમીનના સમુદાય એવા આવેલા છે કે તેથી સાગરના કેટલાક ભાગ એક એકથી થોડાક વિસ્તૃત પહેલા દીઠામાં આવે છે. જમીનના આ સમુદાયને **સ્વંદ** કહે છે, અને તેમની વચ્ચે આવેલા પાણીના પહોળા પટને **મહાસાગર** કહે છે. પૃથ્વીના નક્કર ભાગનું પૃષ્ઠ અસમાન છે એટલે કેટલોક ભાગ પહોળો ઊપ-સેલો અને ટેકરાવાળો છે, અને કેટલાક ભાગમાં પહોળાં નીચાણ અને ટાંકા છે એમ ધારો. હવે નીચા ટાંકામાં સાગરના પાણીનો જમાવ થયેલો છે, અને સાગરની સપાટીથી જે ભાગ ઊંચા છે તે જ માત્ર કોરી જમીન કે સ્થલ છે.

૨૧૧. આ લઘુ પુસ્તકનાં પાછલાં પાનામાં સાગરવિષે ઘણીવાર કહેવામાં આવ્યું છે. વાતાવરણ માંહેલા ભેજનો ઘનો ભાગ સાગરમાંથી આવે છે તે તમે જાણી ગયા; અને જમીનના પૃષ્ઠ પરથી બધી નદીઓ અને સ્ત્રી પહેલી તમામ રેતી, માટી, વગેરે જે નદીના પાણી જોડે ઘસઘસી જાય છે તે સર્વ એજ મોટા ટાંકામાં જઈ સમાય છે. હવે સાગરનાં થોડાંક મુખ્ય લક્ષણો વિષે જરા જોઈ તપાસ કરીએ.

૨. સાગરનું પાણી શામાટે સ્વારું છે ?

૨૧૨. તમે સાગરનું પાણી તપાસશો તો તે સ્વારું માલૂમ પડશે;

જમીનપરના બીજા પાણીથી તે એ વાતે જૂદું પહેછે એમ જોવામાં આવેછે. સાધારણ ફરણના કે નદીના પાણીમાં જે વસ્તુ હોતો નથી તે વસ્તુ એમાં છે. ફરણના નિર્મલ પાણીનું એક ટીપું લઈ કાચના વાસણમાંથી વરાલરૂપે ઝડી જવા દેશો તો તે વાસણમાં તેમાંનું કાંઈ બાકી રહેશે નહિ. ૧૧૭ મી કલમમાં તમે શીખી ગયા કે ફરણના પાણીમાં કેટલીક સ્વનિજ પદાર્થ ઓગલેલા હોયછે, અને એ પદાર્થોમાં વરાલરૂપે ઝડી જવાની શક્તિ નહિ હોવાથી પાણી વરાલરૂપે ઝડી જાયછે ત્યારે તેઓ પાલલ રહી જાયછે. પરંતુ એ પદાર્થો પાણીના એક ટીપામાં એટલા થોડા હોયછે, કે તે ટીપું સુકાઈ જાયછે ત્યારે તેનો દષ્ટિગોચર ઢાઘો રહેતો નથી. પરંતુ સાગરના પાણીનું ટીપું લઈ વરાલરૂપે તેને ઝડી જવા દેશો તો શીળું ધોલું બિંદુ કે ઢાઘો પહેલો તમારી દષ્ટિએ પડશે. અને એ ઢાઘને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાંથી જોશો તો મીઠાના નાજુક બિલોરનો તે બનેલો દેખાશે. મમે તે સાગરના પાણીનું ટીપું લેશો તો એ એમ જ થશે. પાણી ઝડી ગયું કેહે તેમાં મીઠાના બિલોર દેખાશે.

૨૧૩. સાગરના પાણીમાં મીઠા ઉપરાંત બીજી કેટલીક વસ્તુઓ છે. પરંતુ મીઠું બધાથી વધારે છે, અને હાલમાં બાકીની વસ્તુઓ-વિષે કહેવાની જરૂર નથી. હવે સાગરમાં આ સઘળો સ્વનિજ પદાર્થ ક્યાંથી આવેછે? સાગરનો તમામ સ્વાર સ્વડકો ક્ષીણ થાયછે તેમાંથી આવેછે.

૨૧૪. જમીનની નીચેના અને ઉપરના સ્વડકોમાં ભિન્ન સ્વનિજ પદાર્થોને પાણી કેવી રીતે ઓગાલે છે તે તમે ૧૨૫ મી અને ૧૩૨ મી કલમમાં શીખી ગયાછો; મીઠું એમાંની એક જણસ છે. માટે ફરણના અને નદીના પાણીમાં સ્વાર હોયછે અને તે સાગરમાં તળાઈ

જાયછે. તેથી આસી પૃથ્વીપર પુષ્કળ સ્વાર દરવર્ષે મહાસાગરમાં તળાઈ જવો જોઈએ.

૨૧૫. વરસાદનું અને નદીનું જેટલું પાણી દરિયામાં જાયછે તેટલું પાણી વરાઝરૂપે ઊઠી જાયછે. પરંતુ તેમાં જે સ્વાર આવેછે તે તો રહેછે. થોડુંક સ્વાર પાણી લઈ વરાઝરૂપે તેને ઊઠી જવા દેશો તો સ્વચ્છ પાણી ઊઠી જશે અને સ્વાર રહેશે. એજપ્રમાણે સાગરમાં બનેછે. નદીઓ હરરોજ સાગરમાં નવો સ્વાર ઘસડી જાયછે. વઢી કરોડો સ્વાંડી પાણીની વરાઝ થઈ વાતાવરણમાં દરરોજ મળેછે. માટે સાગરનું પાણી દિવસે દિવસે વધારે વધારે સ્વાર થવું જોઈએ. પરંતુ એમ બહુજ ધીમે ધીમે બનેછે.

૨૧૬. મહાસાગરમાં નદીઓના પ્રવાહ પ્રથમ મળ્યા ત્યારથી તેનું પાણી થોડે થોડે સ્વાર થવા માંડ્યું હશે, તોપણ તે જેટલું સ્વાર થઈ શકે તેટલું આજે પણ સ્વાર નથી. ઉદાહરણ, આટલાંતિક મહાસાગરમાં જાતજાતના સ્વારોનું એકંદર વજન પાણીના દર સો ભાગે આશરે સાઢાત્રણ ભાગ છે. પરંતુ મૃતસરોવર જે અતિશય સ્વાર છે તેમાં પાણીના દર સો ભાગે ચોવીસ ભાગ છે.

### ૩. સાગરની ગતિઓ.

૨૧૭. આપણા દેશને સમુદ્રકાંઠે હરકોઈ ઠેકાણે ઊભા રહી દરિયાની સપાટીપર થોડીવાર નિરીક્ષા કરશો તો તે અસ્થિર માલૂમ પડશે. શીઆઝાના અતિ શાંત દિવસે પણ છેક નાનાં મોજાં અથવા મંદ ઉછાછા દેશો; બીજે સમયે જરા મોટાં મોજાં જમીન મળી વઢતાં આવેછે, અને કાંઠે અથડાઈ લાંબી લીંટીઓમાં વેરાઈ જાયછે, પરંતુ કોઈ કોઈ વાર મસ વા હ્રટેછે ત્યારે પાણીનાં મોટાં ડુંવાં ઊછળતાં અને ફીણ મર્યાં મોજાં કાંઠે ધસી આવેછે.

૨૧૮. વઢી તમે વધારે વાર જોશો તો જણાશે કે દરિયો શાંત હોય કે તોફાની હોય તોપણ કાંઠાઉપર હોય ત્યાંનો ત્યાં તે સદા રહેતો નથી. દિવસમાં એકવેળા પાણીની કોર ઢલ્લતા કાંઠાના ઊપલા ભાગને ઁઢકેછે; છ કલાક કેહે તે નીચલા ભાગપર જઈ રહેછે. દરરોજ અને વરસોવરસ તેનું પાણી એટલું નિયમસર ચઢે ઊતરેછે કે તેની ગતિનું અગાડથી ભવિષ્ય બાંધી શકાયછે. સાગરના આ ચઢ ઊતર કે **ભરતી ઓટને જુવાલ** કહેછે.

૨૧૯. ચાલી શીશાને ઢાટો મારી સમુદ્રમાં 'ફેંકશો તો તે તરશે. પરંતુ જે ઠેકાણે તે પહોંચે ત્યાં બહુવાર રહેશે નહિ. તે દૂર ચાલવા માંડશે અને ફરીને કોઈ કાંઠાપર ચઢી જશે ત્યાંસૂધી ઘણે છેટે સૂધી તળાવો જશે. ભરદરિયે નાંચેલા શીશા એ રીતે સેંકડો મૈલ તળાઈ ગયેલા જાળવામાં આવ્યાછે. જે દિશામાં પવન વાય-છે તે દિશામાં ઘણું કરીને સાગરના પૃથ્થનો આ પ્રવાહ હોયછે.

૨૨૦. પરંતુ પૃથ્થનું પાણીજ એમ વહેછે એટલું નહિ. બરફના તરતા હુંગરોવિષે તમે થોડુંક શીખી ગયાછો (કલમ ૨૦૨); અને તેમના સંબંધી એક અગત્યની વાત યાદ રાખવાની એ છે કે તેઓ મોટા દેખાયછે તોએ પાણી ઉપર જેવડા દેખાયછે તેનાથી લગભગ સાતગણા તેઓ પાણીની અંદર હોયછે. હવે કોઈવાર એવું બનેછે કે જે દિશાનો જબગો પવન હોયછે તેની સામેની દિશા તરફ બરફનો હુંગર ચાલ્યો જાયછે. એ પરથી એવું માલૂમ પડેછે કે પવનની જોડે તે નહિ ચાલતાં દરિયાના અંદરના જબરા પ્રવાહની જોડે હીંડેછે. ટૂંકામાં એટલું યાદ રાખવું કે સાગરની અંદર પુષ્કળ પ્રવાહ ચાલેછે; કેટલાક પ્રવાહ ઠંડા ભાગોમાંથી આવી ગરમ ભાગો ભળી જાયછે, અને કેટલાક ઉષ્ણ ભાગો તરફથી આવી શીત ભાગો તરફ જાયછે.

૨૨૧. માટે સાગરવિષે ચાર વાત જાણવાની છે; ૧. તેનું પૃથ્થ

અસ્થિર છે, ને તેપર નાનાં મોટાં મોજાં આવેછે; ૨. ભરતી અને ઓટને લીધે તે સૈદા ઝડપી આવજા કરેછે; ૩. પવન જે દિશામાં વાયછે તે દિશામાં તેના પૃષ્ઠના એટલે મથાળાના પાણીનો પ્રવાહ ચાલેછે; અને ૪. વાતાવરણનો પેટે તેના ઘણાક પ્રવાહ છે.

૨૨૨. હાલમાં એ ચાર વાતોમાંની પહેલી એટલે **સાગરનાં મોજાં** વિષે થોડુંક શીખીશું તો વસ છે.

૨૨૩. સૃષ્ટિમાં જે વહુ મોટા બનાવ બનેછે તે જાણીતી વસ્તુઓ વહે તમે દેખાદી શકો. પાણી ભરેલું કુંડું લઈ એક છેદથી પાણીપર ફૂંક મારો. પાણીની સપાટીપર ફીણી લહેરો કે નાનકડાં મોજાં થાયછે. જે ઠેકાણે તમારી ફૂંક પાણીને પ્રથમ લાગી તે ઠેકાણેથી નીકળી એ લહેરો અગાડી જાયછે, અને છેલ્લે કુંડાની સામેની કોરે અથડાઈ તે ફીણાં ફીણાં મોજાં ભાંગી જાયછે.

૨૨૪. જે કૃતિથી સાગરનાં અતિ મોટાં મોજાં બનેછે તે કૃતિ તમે થોડામાં કરી. સાગરના આ સઘળા ઝડપીવાળાં કારણ વાયુની ગતિ છે. કુંડાના પાણીપર તમારા શ્વાસથી જેમ થયું તેમ સાગરના પાણીપર પવનથી થાયછે. તેના પૃષ્ઠ જોડે પવન અથડાયાથી પાણીમાં મોજાં થાયછે, અને તે મોજાંઉપર પવન વાયાં કરેછે તેથી એ મોજાંને વિશેષ વલ્લ મળેછે, અને છેલ્લે તોફાની પવન વાયાથી હુંગર જેવડાં મોટાં મોજાં થાયછે.

૨૨૫. આપણા કુંડાની વાજુએ અથડાઈ લહેરો ભાંગી જાયછે તેમ જમીનપર એકપછી એક મોજું આવેછે તે કાંટે અથડાઈ પથરાઈને વીંચરાઈ જાયછે. ફૂંક મારવી બંધ કીધા કેહે થોડીવાર સૂધી કુંડામાં લહેરો થયાં કરેછે તેવીજ રીતે પવન પડી ગયા કેહે સાગરનાં મોજાં કેટલીક વાર ઝડપીયાં કરેછે. ઘણુંકરીને પાણીને ફાંઈ લાગેછે એટલે તે હાલે છે કે ગતિ પામે છે તેમ સાગરની સપા-

ટીને પળ થાયછે. એકવાર મોજાં ઝડપવા માંહે તો પછી જે ક્ષણે તે ઉત્પન્ન કરનારં કારણ બંધ પડે તેજ ક્ષણે તે બંધ પડતાં નથી, પરંતુ કેટલીક વાર લગી તે ઝડપ્યાં કરેછે; ને તેઓની ગતિ ધીમે ધીમે ઓછી થતી જાયછે અને છેલ્લે સાગર સ્થિર થાયછે.

૨૨૬. એ રીતે વાતાવરણની અસ્વસ્થતાને લીધે સાગરની અસ્થિરતા ઉત્પન્ન થાયછે. વાયુના મંદ અથવા તોફાની પ્રવાહ આમ તેમ સદા દોઢ્યાં કરેછે તેથી સાગરપર મોજાં ઝડપ્યાં માર્યાં કરેછે. જ્યારે ઉપરનો વાયુ થોડીવાર સ્થિર હોયછે ત્યારે નીચે સાગર નિરાંતે બેસેછે; જ્યારે કાઝાં વાદળાંથી આકાશ છવાઈ જાયછે અને તોફાની પવન વાયછે ત્યારે સમુદ્રમાં ભારે મોજાંની અથડામ અથડા થાયછે, અને તેઓ જોરમાં ગડબડતાં જમીનપર ભારે જોરથી ચઢી ફેલાય છે, ઓસરી જાયછે, વઝી પાછાં દોઢ્યાં આવે છે ને પાછાં ઓસરી જાયછે.

૨૨૭. દરિયાનાં મોજાંથી જે નુકસાન થાયછે તે તમે સાંભળ્યું હશે અને કદાપિ જોયું પણ હશે. દરવર્ષે પુસ્તા અને પાલોને ભાંગી નાખેછે; કાંટાની કેટલીક જમીનને ઘસડી જાયછે; વઝી ભાંગી ગયેલાં વહાણોનો કાટ કાંટે તળાઈ આવે તે પણ એ મોજાંને લીધે. માટે વરસાદ, બરફ, અને નદીઓથી પૃથ્વીના પૃષ્ઠપર જે નાશ થાયછે, તે ઉપરાંત સમુદ્રતીર વિનાશ કરનાર એ જૂદું વલ છે.

૨૨૮. દરિયાવહે જમીન ઘસાઈ જાયછે તેની ભિન્ન ભિન્ન સ્થિતિ કોઈવાર સ્વલ્પવાળા કાંટાપર અજબ રીતે જોઈ શકાયછે. કાંટા ઉપર કદાસ પથ્થરની ટેકરી આવેલી છે તેને તઢીએ મોજાં નિરંતર અથડાયાથી તે ભાગ સ્વોદાઈ કે ઘસાઈ ગયેલો છે. કોઈ કોઈ ઠામે નક્કર સ્વલ્પકમાં ગુફા બની છે, અથવા કોઈ બહાર નીકળી આવેલી ભૂશિરમાં ભોંયરં સ્વોદાઈ રહ્યું છે. થોડેક છેટે મોટો ઝંચો

પાહાળો પહેલો નજરે પડેછે. પહેલાં તે ટેકરીનો ભાગ હતો, પરંતુ વચગાળેનો જોડનારો ભાગ પડી જઈ ઘસઢાઈ જવાથી હાલમાં તે વિચ્છૂટો પડેલો છે. વઢી વધારે આગળ પાળોમાં અહીં હૂવેલો બીજો



આકૃતિ ૧૭ મી.—દરિયાવડે ઘસાઈ ગયેલાં કાંઠો.

મોટો પાહાળો દેખાયછે તે ત્યાર પહેલાં જુદો પડેલો તેજ સ્વરૂપનો કકડો છે. અને તેથી આવે દરિયાનાં મોજાં અથડાયછે તેપરથી હૂંચી ગયેલા સ્ત્રાવણ સ્થળ દેખાયછે. એ સ્થળ એથી વધારે પ્રાચીન કાંઠાની મર્યાદા ઓળખાવેછે. જે રીતે સમુદ્ર જમીનને સ્વાઈ જાયછે તે રીતે એવા કાંઠાપર સ્પષ્ટ દેખાયછે.

૨૨૨. ઇંગ્લાંડના પૂર્વ કાંઠાપરના કેટલાક ભાગમાં જલદીથી ઘસાઈ જઈ સ્ત્રાવણ પડે એવા સ્વરૂપ છે તે ટેકાળે દરવર્ષે બે કે ત્રણ ફૂટ જમીનપર દરિયો આગળ વધ્યો આવેછે. જે શહેરો અને ગામડાં થોડાંક સૈકાંપર હતાં તેઓ એકપછી એક નાશ પામ્યાં છે,



અને તેમનાં સ્થલ આજે ઉત્તર સાગરનાં ઝલ્લતાં પાણીમાં ઘણે દૂર પહેલાં છે. પરંતુ આયર્લેન્ડ અને સ્કોટ્લેન્ડના પશ્ચિમ કાંઠાપર સ્વ-હકો ઘણુંકરીને કઠળ અને ફ્લટ ન ઘસાય એવા હોવાથી વિનાશ મુકાવલે ઓછો થાયછે.

૨૩૦. તમે દરિયા કાંઠે પહેલવહેલા જાઓ તે વેળા દરિયો જમીનને સ્વેરવી પાડવાના શ્વ ઉપાય કામે લગાડેછે તે સ્વોચ્છી કહા-હતું ઉપયોગી થઈ પડશે. સ્વહકવાળા કાંઠાપર જે થાયછે તે નિહા-લ્યાથી તમે એ કામ ફ્લટ કરી શકશો. કાંઠાના રેતાલ કાંકરી-વાળા ભાગમાં જે ઠેકાણે મોજાં અથડાઈ પાછાં વળેછે તે ઠેકાણે જઈ મોજાનું પાણી પાછું વહે તેપર દષ્ટિ કરો. પાણી જોડે રેતી અને કાંકરી ઢાઢની નીચે ઘસડાઈ જાયછે; અને કાંકરી લીસી નહિ હશે તો તે એક એકને ઘસાયાથી કઠોર અવાજ થાયછે. એ અવાજ કોઈવાર ઘણા મૈલ સૂધી સંભળાયછે. બીજું મોજું આવેછે ત્યારે તમે જૂઓછો કે રેતી અને કાંકરાનો નીચલી ગતિ ધીમી પડ્યા કેડે તે વીજાં મોજાંમાં સપડાઈ જઈ ફરીને તેઓ કાંઠાપર તળાઈ આવેછે અને પાણી જોડે પાછું જઈ વઢી વીજાં મોજાં જોડે ઉપર આવેછે. એમ તે રેતી અને કાંકરા ઉત્તર ચડ કર્યો કરેછે.

૨૩૧. એ રીતે પાણીના સદા ઉપર ચડવા અને નીચે ઉત્તર-વાથી ઘંટીમાં દઢાયાનીપેઠે કાંઠાપરના કાંકરા અને રેતી એક એક જોડે ઘસાઈને દઢાયછે. તેઓ ઘસાઈ જાયછે તેનું કારણ એ છે. કાંકરા નાના થતા જઈ છેલ્લે તેમની રેતી બને છે અને રેતી ક્ષીણી થઈ દરિયામાં ઘસડાઈ જઈ તઢીયે બેસેછે. ૦

૨૩૨. પરંતુ કાંઠાપરના છૂટા પદાર્થોનો એ રીતે નિરંતર ક્ષય થાયછે એટલુંજ નહિ, પણ અંદરના નક્કર સ્વહકો જે સ્થલે પૃથ્થુપર આવેછે તે સ્થલે તેમનો એજ પ્રકારે ભાગીને ભૂકો થાયછે. સ્વહકને

મોજાં અથઢાયછે તેની જોડે પથરા ધસી આવીને જોરથી અથઢાયછે. એમ હમેશ થયાં કરવાથી સ્વઢકો ભાંગેછે. સ્વઢકના નરમ ભાગમાં કે તેની કોઈ ફાટમાં પથરા ભરાયંછે; અને ઉપર પાણી ડુંગ્રાં ડુંગ્રાંછે તે વારે નીચે તઢીઆપરના સ્વઢકપર તે પથરા કે કાંકરા ચકઢી ચકઢી ફરી સ્વાઢા પાઢેછે. નદીનાં પાત્રોમાં જે રીતે સ્વાઢા પઢેછે ( કલમ ૧૭૪ મ્હાં જુઓ ) તેમ સમુદ્રને તઢીએ કોતરો પઢેછે. એ પથરા અટાઈને રેતી બનેછે, અને તેમને ટેકાળે મોજાં જોડે બીજા પથરા ઘસઢાઈ આવેછે. ભરતી ડતરી ગયા કેઢે એમાંના કોઈ કોતરમાં તમે ડતરો તો તેની વાજુઓ અને ડાટ સફાઈબંધ અને ઓપાયલી તથા તેને મોંયતઢીએ પઢેલા પથરા ને કાંકરા ગોઢ થયેલા તથા ઘસાઈ ગયેલા તમે દેસશો.

#### ૪. સાગરનું તઢિયું.

૨૩૩. જેટલું જાળવામાં આવ્યુંછે તે ઉપરથી એમ જણાયછે કે સાગરને તઢીએ જમીનના પૃથ્ઢઉપર જેવું છે તેવુંજ છે. ત્યાં ડુંગ્રાળ નીચાળ કે સ્વાઢ, સ્ત્રીળો, અને ઢુંગરીઓનો હાર હોયછે. જ્યાં પાણી અતિશય ડુંગ્રું હોયછે ત્યાં તઢિયું જોઈ શકાતું નથી, પરંતુ લાંબી દોરીને છેઢે બાંધેલું વજન પાળોમાં મૂકી પાળી કેટલું ડુંગ્રું છે તે તથા તઢીયાની જાત એટલે તે તઢિયું સ્વઢકનું કે કાંકરીવાઢું, રેતાઢ, કાદવવાઢું, કે છીપવાઢું છે તે સ્વોઢી શકાયછે. પાળીની ડુંઢાઈના આ માપને ઇંગ્રેજીમાં **સાઉંડિંગ** એટલે **જઢઢંઢાળમાપ** કહેછે, અને દોરીને છેઢે ટાંગેલા સીસાના ભારને **મરગ** કહેછે.

૨૩૪. સાગરના ઘળા ભાગોમાં જઢ ડુંઢાળનું માપ કાઢ્યું છે અને તેના તઢિયાવિષે કેટલુંક જાળવામાં આવ્યું છે તોપળ હજી ઘણું વાકી છે; સર્વથી વધારે આત્લાંતિક મહાસાગરવિષે જાળવામાં

આવેલું છે. ઇંગ્લાંડથી અમેરિકાસૂધી સાગરની નીચેથી તાર નાખવામાં આવ્યો ત્યાર પહેલાં એ મહાસાગરની કંઠાઈનું માપ કહાડતાં ૧૪૫૦૦ ફૂટની અથવા પોળાત્રણ મૈલની કંઠાઈ માલૂમ પડી હતી. પરંતુ આજોસીં અને બર્મ્યુડાસની વચ્ચે સાઢાસાત મૈલની કંઠાઈ મપાઈ છે. આપણો હિમાલય પર્વત ધરતી ઉપર કંચામાં કંચો છે; તે સાગરની સપાટીથી ૨૯૦૦૦ ફૂટ કંચો છે. એને કપાડીને આત્લાંતિક મહાસાગરના છેક કંઠા સાઢામાં પૂર્યો હોય તો તે ઢૂબી જશે એટલુંજ નહિ, પણ તેનું મથાકું સાગરની સપાટીથી લગભગ બે મૈલ નીચે રહેશે.

૨૩૫. એ વિશાળ સાગરનો ઘણો ભાગ એક કે બે મૈલ કંઠો હોવો જોઈએ. પરંતુ તે બધે ઠેકાણે એટલો કંઠો નથી, કારણ કે તેના મધ્યભાગમાં પણ તેના તલ્લિયાના કેટલાક ભાગ પૃથ્વીની કંચા આવી ટાપુ બનેલા છે. ઘણુંકરીને જમીનથી છેક દૂરના ભાગમાં તે કંઠો હોય છે અને જમીનની પાસે છાછર હોય છે. માટે સમુદ્રના જે ભાગમાં દ્વીપો અને ભૂશિરો છે તે ઘણુંકરીને બોજા ભાગોને મુકાબલે છાછર હોય છે. ગ્રેટ બ્રિટન બેટની પશ્ચિમે વિશાળ આત્લાંતિક મહાસાગર પડેલો છે; પૂર્વે એનાથી ઘણોજ નાનો ઉત્તર સાગર આવેલો છે; આત્લાંતિક મહાસાગરમાં આગળ પશ્ચિમ ભળી જેમ જેમ હંકારીએ છીએ તેમ તેમ તેની કંઠાઈ ઉતાવળે વધતી જાય છે, અને ઉત્તર સાગર તો મધ્યભાગે પણ ઘણો કંઠો નથી. તેમાં કોઈ ઠેકાણે સપાટીથી ૪૦૦ ફૂટની કંઠાઈ નથી. લંડન શહેરમાંથી સંતપાલનું\* દેવલ કપાડી ઢોવર સામુદ્રધુનીના મધ્ય-ભાગમાં મૂકો તો તે ઇમારતનો અર્ધકરતાં વધારે ભાગ પાણીની ઉપર રહેશે એ વાત જાણવામાં આવેથી ઇંગ્લાંડ અને ફ્રાન્સની વચ્ચે આવે-

\* એ દેવલની કંચાઈ ૩૭૦ ફૂટ છે.

લા દરિયાના છાછરપણાવિષે તમારા મનમાં કાંઈક વિચાર આવે.

૨૩૬. સાગરના પાણીની કુંડાઈ કેમ માપેછે તે તો સમજાય તેવું છે, તથાપિ કેટલાક મૈલ લાંબી દોરીવડે માપ કરાવું કઠણ બહુ છે તેમ છતાં માણસ પાણીની કુંડાઈ માપી શકેછે એટલુંજ નહિ, પણ દ્રેજ નામે ઓજારવડે નાના દરિયાને તલ્લિયે જે કાંઈ હોય તે ઢોલ ભરી ભરી ઉપર આણેછે એટલુંજ નહિ પણ મહાસાગરના છેક કુંડા ભાગમાંથી પણ આપી શકેછે. એ રીતે સાગરના તલ્લિયાવિષે તથા તેમાં જે વનસ્પતિ અને પ્રાણી વસેછે તેમની જાતવિષે ગયાં થોડાં વરસમાં પુષ્કળ જ્ઞાન સંપાદન થયું છે. કેટલાંક કુંડામાં કુંડાં તલ્લીઆંપરથી ત્યાં રહેલા પદાર્થો બહાર લાવવામાં આવ્યા છે તેપરથી જણાયછે કે ત્યાં છીપમાં રહેનારાં જીવડાં, પરવાઝાનાં જીવડાં, તારાશ્રુપ જીવડાં, અને એથી પણ વધારે હલકાં જીવડાં પુષ્કળ વસેછે.

૨૩૭. જમીનના પૃથ્થ ઉપર જે વિકાર દરરોજ થયાં કરેછે તેમાંના કેટલાકનું મૂલ આપણે આ પુસ્તકના આગલા ભાગમાં લેખી કહાડ્યું. હવે સાગરની સપાટીપર જે ફેરફાર થાયછે તેમાંના કેટલાકની તપાસ કરીએ. સ્વરેખર પૃથ્વીના પૃથ્થની જેટલી બારીકીથી આપણે તપાસ કરી તેટલી બારીકીથી સાગરના તલ્લીઆની તપાસ કરી શકીશું નહિ, તોપણ તેનાવિષે ઘણું જાણવામાં આવશે.

૨૩૮. પાછલા પાઠોમાં જે કૃતિઓવિષે આપણે કહી ગયા તેમાંની કેટલીએક તમે એકઠી કરો તો સમુદ્રને તલ્લીએ જે અતિ અગત્યના ફેરફારો થયાં કરેછે તેમાંના કેટલાક ફેરફાર તમે તમારી મેઝેજ લેખી કહાડો. ઉદાહરણ, સ્વરી પહેલો સ્વદક દરવર્ષે જમીનના પૃથ્થપરથી ઘસડાઈ જાયછે તે તમામનું શું થાયછે તેનો વિચાર

કરો. તમે શીઘ્રી ગયા કે વહેલા અને નદીઓમાં થઈને સમુદ્રમાં તે તળાઈ જાયછે, પરંતુ તે સમુદ્રમાં જાયછે ત્યારે તેનું શું થાયછે ? જ્યારથી પર્વતો, ઢૂંગરા કે સ્ત્રીણાંનો બાજુમાંથી એ પદાર્થ વિસ્ફૂટો પડ્યો ત્યારથી પાણીની પેટે તે નીચી સપાટી ઓળંગ્યું કરેછે. સમુદ્રને તળીએ પહોંચી તે અગાડી નીચે ઊતરી શકતો નથી, પરંતુ ત્યાંજ રહેવાની વેને જરૂર પડે માટે ત્યાં એકઠો થાયછે.

૨૩૯. માટે સ્પષ્ટ છે કે જમીનનું પૃથ્થ અને સાગરના તલ્લિયાની વચ્ચે મોટો તફાવત એ. હોવો જોઈએ કે પર્વતના મથાળાથી દરિયા કિનારોસૂધી ધરતીના પૃથ્થનો નિરંતર વિનાશ થાયછે, પરંતુ સાગરના તલ્લીઆની સપાટીમાં નવા પદાર્થો સદા એકઠા થાયછે. જે પ્રમાણમાં એકમાં ઘટાડો થાયછે તે પ્રમાણમાં બીજામાં ઉમેરો થાયછે. માટે મહાસાગરની ઊંડાઈના માપનવહે મનુષ્યોએ જે શોધ કર્યાછે તેવિષે કાંઈપણ માહિતી મેળવ્યા વગર પણ તમે સ્વાતરીથી કહી શકો કે દરવર્ષે સાગરને તલ્લિયે પુષ્કલ કાંકરી, રેતી અને કાદવનો જમાવ થવો જોઈએ, કારણ કે જમીનપરથી એ પદાર્થો ઘસડાઈ જાયછે તે તમે જાણોછો.

૨૪૦. વઢી તમે શીઘ્રીયા કે વાની ગતિને લીધે સાગરના પાણી ડહાળા મારેછે, અને જમીનપર જે વિનાશ સમુદ્ર કરી શકેછે તે પવનથી ઉત્પન્ન થતાં મોજાંને લીધે મુખ્યત્વેકરીને છે. પરંતુ એ ક્રિયા માત્ર પૃથ્થપર હોવી જોઈએ. મહાસાગરના ઊંડા તલ્લોઆસૂધી મોજાંની સત્તા પહોંચી શકે નહિ. માટે જે અનેક તરેહના વિનાશથી જમીનનું સ્વરૂપ એટલું બધું બદલાઈ જાયછે તે વિનાશ સાગરના તલ્લીઆને પહોંચી શકતો નથી. જમીનપરથી સ્ત્રી પહેલા પદાર્થો પાણીમાં તળાઈ જાયછે તેઓને સાગરને તળીએ ઠરી રહેવામાં

જે શાંત પ્રવાહ તઝીયાસૂધી પહોંચેલા હશે તેસિવાય બીજી હરકત નથી.

૨૪૧. ત્યારે કાંકરી, રેતી, અને કાદવ સમુદ્રમાં જાયછે ત્યારે તેઓની વ્યવસ્થા શી રીતે થાયછે ?

૨૪૨. એ તમામ પદાર્થો જમીનપૃથ્વી આવેછે તેથી તેઓ દૂર નહિ જતાં જમીનની નજીક સમુદ્રનાં તઝીયાં છે ત્યાં એકઠા થાયછે. એ માટે છાછર સમુદ્રમાં અને જમીનની પાસે રેતી અને કાંકરીના બેટ અને ટેકરા હોય, પરંતુ મહાસાગરના મધ્યભાગે હોય નહિ.

૨૪૩. ઝનાઝામાં નદીમાં પાણી ઓછાં થઈ ગયાં હોય તે વેળા તેનું પાત્ર તપાસશો તો એ વસ્તુઓ સમુદ્રને તઝીએ શી રીતે ગોઠવાયછે તેનો કંઈક વિચાર તમારા મનમાં આવશે. એક સ્થળે પ્રવાહ જબરો હોયછે ત્યાં કાંકરીનો જમાવ થયો હોયછે; બીજે ટેકાણે નદીના પ્રવાહ ભેગા થાયછે તે ટેકાણે રેતોની ટેકરીઓ બનેલી તમારા દીઠામાં આવશે; અને જે ટેકાણે વહેઝાનો પ્રવાહ વધારે ધીમો હોયછે તે ટેકાણે તેના પાત્રમાં બારીક કાંપ કે કાદવનો થર બાંધેલો હશે. તમને યાદ હશે કે સપાટ જમીનપર નદીના પૂરતું પાણી ફેલાયછે અને ત્યાં તેને વહેવામાં અટકાવ થાયછે ત્યારે તેમાંનો કાદવ ત્યાં ઠરી બેસેછે ( કલમ ૧૭૮ ).

૨૪૪. પાણીનો પ્રવાહ જેમ વધારે જબરો હોય તેમ વધારે મોટા પથ્થરા તે તાણી શકેછે. માટે સમુદ્રના પાત્રના એટલે તઝીઆના જે ભાગ જમીનની પાસે હોયછે ત્યાં મોટા કાંકરા હોય છે. જ્યાં સમુદ્રના પ્રવાહ જબરા હોય છે ત્યાંસૂધી મોજાં તેઓને ઘસઘી લઈ જઈ શકેછે; રેતી તેનાથી અગાઢી ટેંચાઈ મોટા પથ કે કરાહા બનશે.

વધારે બારીક કાંપ અને કાદવ છેવટે સાગરને તળીયે ઠર્યા પહેલે i સેંકડો મૈલસૂધી પ્રવાહમાં તળાઈ જશે.

૨૪૫. એ રીતે જમીન જેમ નજીક હોયછે અને પ્રવાહ જેમ જબરો હોયછે તેમ જમીનમાંથી સ્તરી પહેલી કાંકરી, રેતી, અને કાદવ સમુદ્રને તળીયે પથરાઈ મોટા પટ અને કરાડા બનશે.

૨૪૬. પરંતુ વનસ્પતિ અને પ્રાણીથી સમુદ્ર ભરપૂર છે. એ સ્પર્શ પદાર્થો મરી જાયછે, અને તેમના શેષ સાગરને તળીયે ઠરેલા ભિન્ન ભિન્ન પદાર્થો જોડે અવશ્યેકરીને મળી જાયછે, તેથી રેતી અને કાદવ ઊપરાંત ઘુન્કલ છીપો, પરવાઝાં, અને વીજાં પ્રાણીઓના સસ્ત્ર ભાગો એક પછી એક જમાનો જાયછે અને આવેછે તેમ ત્યાં દટાવવાં જોઈએ.

૨૪૭. ઘણીવાર એવું બનેછે કે એમાંનાં કેટલાંક પ્રાણીઓના શેષ સમુદ્રના પાત્રના કેટલાક ભાગમાં એટલા વધા હોયછે કે તેમનો જ જાડો અને ઘણો પ્રસરેલો થર બનેછે. ઉદાહરણ, કાલુ માછલી બહુ સ્ત્રીચોસ્ત્રીચ ઉત્પન્ન થાયછે; અને તેમની છીપો એવાં વીજાં પ્રાણીની છીપો જોડે મળી છીપોનું પડ બનેછે. પાસિફિક અને હિંદી મહાસાગરોમાં પરવાઝાંનાં જીવડાં દરિયાના પ્રાણીમાંથી સસ્ત્ર ચૂનાવાઝું હાડપિંજર બનાવેછે; અને કરોડો જીવડાં એકઠાં ઉત્પન્ન થાયછે તેથી તેમના નક્કર રોકના મોટા સ્ત્રાવા બનેછે. તેઓ કોઈવાર આસ્ટ્રેલિઆના “બારિયર રોક”ની પેટે સેંકડો ફૂટ જાડા અને હજારો મૈલ લાંબા હોયછે. આ જીવડાંની વૃદ્ધિને લીધેજ વિસ્મયકારક પરવાઝાંના ગોળ **ત્રાક** કે **બેટ** બનેછે (આકૃતિ ૧૮ મી). વળી આત્લાંતિક મહાસાગરનાં તળીઆંના ઘણા ભાગમાં બારીક કાંપ ઠરેલો હોયછે તે ફોરામિનિફેરા નામે અતિ સૂક્ષ્મ પ્રાણીઓના શેષનો લગભગ તમામ બનેલો માલૂમ પડેછે.



आकृति १८ मी.—परवाळाना वृद्धिची वनेलो टापु.

२४८. माटे प्राणी तथा वनस्पतिना शेंभो जोडे मळेलं रेतो अने माटीनां मोटां पडोनो सागरने तळीए सदा जमाव थयां करेछे. हवे ए तळियुं सागरनी सपाटीथी ऊंचुं करी शकाय तो, (ए रेतो अने कादव सूकाईने खडकना जेवां कठण वने ते उतां पण) तमे खातरीथी कहाँ शकशो के तेओ समुद्रने तळिये कोईवार हतां, कारण के तेओमां दरियाई प्राणीनी छीपो अने तेओना बीजा शेष भळेलं मालूम पडशे.

२४९. तमे भूस्तर विद्या शिखशो त्यारे तमारा जाणवामां आवशे के समुद्रनां तळियां प्राचीन काळमां घणीवार ऊंचे आवेलां छे. तमे जोशो के हुंगरा अने खीणोमांहेला घणा खडको प्रथम समुद्रनी नीचे बंधाया होता. जेवी रीते रेतो अने कादव घसडाई हालमां सागरने तळीए ठरेछे तेवी रीते सागरने तळिये ठरेला कांप अने रेतोना तेओ बनेला छे. समुद्रकांठा पासेनाज खडकोमां अने तेनाथी आवेना खडकोमां पत्थरानी खाणो के कोतरोमां, अथवा हुंगरोनी बाजुए अने शिखरोपर पण असलना वखतना समुद्रोमां रहेनारां जातजातनां प्राणीओनां हाडपिंजर अने कडका तमने जडशे.



૨૫૦. જે સ્લાદમાં જમીનપરના સ્વાઈ ગયેલા અને સ્તરી પહેલા ભાગ નિરંતર ઘસઢાઈ જાયછે તે સ્લાદ મહાસાગરનું તલ્લિયું હોવાથી સ્પષ્ટ દીસેછે કે ફેરફાર અથવા પ્રતિરોધ થયા સિવાય એ પ્રમાણે નિરંતર થયાં કરે તો આસરે તમામ નક્કર ભૂમિ સ્વાઈને ઘસઢાઈ જઈ સમુદ્રને તલ્લીએ પથરાઈ એક વિશાળ મહાસાગર આવી ધરતીને વીંટલાઈ વહે.

૨૫૧. પરંતુ સૃષ્ટિમાં બીજું બલ છે તે બધી કોરી ભૂમિને એમ ઢૂબી જતી અટકાવેછે. આ પુસ્તકના વાકીના પાઠમાં એ બલ કિયું છે અને તેની કૃતિ કેવી છે તેનો વિચાર કરીશું.

### પૃથ્વીની અંદરની વાજુ.

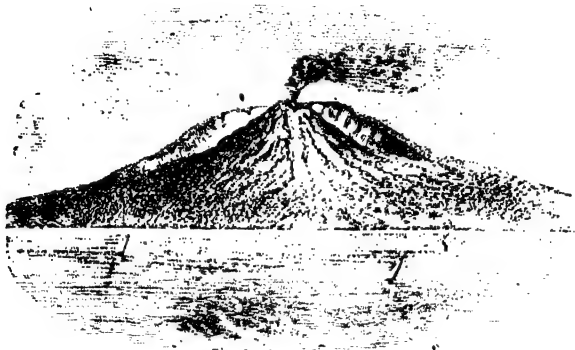
૨૫૨. પૃથ્વીના પૃથ્વિષે તથા તેપર જે બનાવ બનેછે તેવિષે પાછલાં પાનામાં તમને શિખવ્યું. હવે પૃથ્વીની અંદર શું છે તેની સ્તોલ કરીએ.

૨૫૩. પૃથ્વીના મીતરનું મનુષ્યને કાંઈક જ્ઞાન મળે એ પ્રથમ તો આજ્ઞારહિત દેશાંશે. આપણી પૃથ્વી કેવડો મોટો ગોળો છે તેનો વિચાર કરશો તો તમારા જોવામાં આવશે કે તેની સપાટીપર વચ્ચીએ છીએ અને હરીએ ફરીએ છીએ, પરંતુ તેને મુકાબલે આપણે મોટા હુંગરપર ચાલતી માસીના જેવા માત્ર છીએ. ઝંચામાં ઝંચા પર્વતના શિખરપરથી છેક ઝંઢી સ્થાનને તલ્લીએ જે સઘળું જોઈ શકાયછે તે મુકાબલે નિશાળમાં ચાલતા પૃથ્વીના ગોળાના બહારના ભાગપર ચઢાવેલા રોગન કરતાં કંઈ વધારે નથી. તોપણ પૃથ્વીની અંદરના ભાગમાં જે બનાવ બનેછે તેવિષે ઘણું શીખી શકાય. જૂદા જૂદા દેશોમાં કોઈ કોઈ ઠામ હોયછે તેમાં પૃથ્વીના અંદરના ભાગની અને પૃથ્વીની વચ્ચે સંબંધ જોવામાં આવેછે; અને એવાં સ્થાનોમાંથીજ આ વિષયસંબંધી ઘણું જ્ઞાન મળ્યું છે.

૨૫૪. જ્વાળામુખી પર્વત ( આકૃતિ ૧૯ ) વિષે તમે વાંચ્યું હશે. એ પહાડો પૃથ્વીની અંદરના ભાગ જોડે સંબંધ રાખનારા અતિ ઉપયોગી માર્ગો છે.

૨૫૫. જ્વાળામુખી પર્વત ફાટ્યા પહેલાં તમે તેને જોયા જાઓ છો એમ ધારો. તમે તેની નજીક જઈ પહોંચો છો એટલે શંકુ આકારનો પર્વત તમારી દૃષ્ટિ પડે છે. તેનું શિખર કપાઈ ગયેલું હોય છે. આ સંકેત શિખરમાંથી ધોળું વાદળું નીકળે છે. પરંતુ આ દેશમાં હેલા હરકોઈ હુંગરને મથાળે જેવું વાદળું દેખાય તેવું તે વાદળું છેક હોતું નથી. કેમકે આસપાસ વાદળાં નથી તેથી તે પર્વતના મથાળામાંથી નીકળતું દેખાય છે. નીચલી લીલોતરીવાળી જમીનથી ઊંચા ચઢોછો ત્યારે કોઈ ટેકાણે લોટાની ભઠ્ઠાના ફાળા કાતુહાના પથ્થરના જેવો દેઝાદઈઆનો પટ છે અને કોઈ ટેકાણે છૂટા પથ્થરા અને રાખોડી પડી છે. જેમ જેમ તમે શિખરની નજીક આવતા જાઓ છો તેમ તેમ જમીન તપીને ઊની થયેલી લાગે છે, અને વરાળના ગોટા તથા ગુંગાવી નાંચે એવો બાફ કોઈ કોઈ ટેકાણેથી બહાર નીકળે છે. છેલ્લે તમે મથાળે જઈ પહોંચો છો. તે ટેકાણે જે પહેલાં સપાટ શિખર દેખાતું હતું તે સરેસરો મોટો કુંડ કે સ્નાયો દેખાય છે; તેની ઊભી ભીંતો તે પર્વતની ઊંઢાઈમાં નીચે ઊતરે છે. જે ઊના વાયુઓ તમને ગુંગાવી નાંચે છે તેઓથી બચવાને તમારું મોં ઢાંકી તમે તે કુંડને મથાળે જઈ તેની અંદર નીચે નજર કરો છો. છેક નીચે તેના પડવાની રાતી અને પીઝી ટેકરીને તઢીયે તપીને ધોળા ચઢકતા પ્રવાહીનું સ્વાબોચીકું દેખાય છે. ઉપર ચઢતીવેળા પર્વતની બહારની બાજુએ જેવો ફાળો પથ્થર જોવામાં આવ્યો તેવી ફાળી પોપડી એ પ્રવાહના સ્વાબોચીઆમાં ઘળા ભાગપર બાંધી ગયેલી છે. આ તપેલા પાષાણ રસના સ્વાબોચીઆ

માંથી તપીને લાલ રસનો સેરો ઝડે છે, પથ્થરા અને ધૂળ વામાં ઝડી પાછાં પડેછે, અને એજ મૂઠમાંથી વરાલના ગોટેગોટ નીકળેછે.



આકૃતિ ૧૯ મી.—જ્વાલ્યામુખી પર્વતનો દેસાવ. દક્ષિણેથી જોતાં વિમુવિયસ પર્વતનો હાલનો દેસાવ.

તે ઉપર ચઢતાં ઘણે છેટેથી પર્વતપર વાદળું ટંગાયલું દેસાતું હતું તે વરાલનું બનેછે.

૨૫૬. તે પર્વતને મથાળે કઢાઈ જેવા આ સ્વાદાને તેનું **મુખ** કહેછે. તેને તલ્લિયે ડના સ્વદસ્વદતા સ્વાબોચીઆ માંહેલો અતિ ઝળ્ળ પ્રવાહી પીગળેલો પથ્થરનો રસ છે તે **લાવા** છે. અને રાસોડી, ધૂળ, કોયલા, અને પથ્થરા બહાર ઝડેછે તેઓ મઢાકા કરતા જે વાયુઓ અને વરાલ નીકળી જાયછે તેના જોશથી મુખના કઠળ થયેલા તઢીઆમાંથી અને પહસાપરથી ઝલ્લડીને ડંચા ફેંકાયછે.

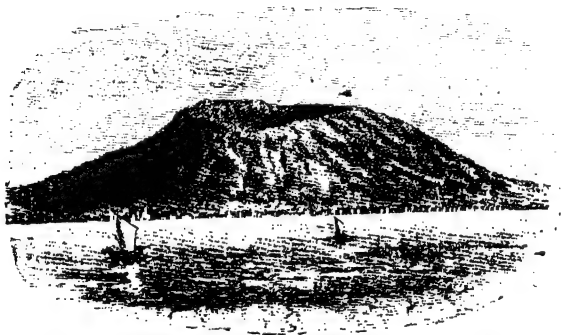
૨૫૭. ઉળ્ળ વાયુ અને વરાલ ઉપરથી તથા મુખને તઢીણ રહેલા પીગળેલા રસ ઉપરથી જણાયછે કે અતિશય ઉળ્ળતાનું કોઈ

મૂઝ અંદર હોતું જોઈએ. અને સેંકડો અથવા હજારો વરસ થયાં ઉષ્ણતા બહાર આવે છે તેથી તે ત્યાં પુષ્કળ હોવી જોઈએ.

૨૫૮. પરંતુ જ્યારે જ્વાળામુખી પર્વત ફાટે છે ત્યારે જમીનની અંદરની આ ઉષ્ણતાનું બલ સ્પષ્ટ દેખા દે છે. એક બે દિવસ પહેલાં પર્વતની આસપાસની ધરતી ધ્રુજે છે. છેલ્લે જબરા મહાકા થઈ તેનો વચ્ચલો ભાગ ફાટે છે અને કદાપિ તેનો ઊપલો ભાગ ડુંચે વામાં ડહે છે. વરાળના મોટા ગોટગોટ ડુંચે વામાં ચડે છે ને તેમાં ક્ષીણી રજ અને તપેલા લાલચાંચ પથરા મળેલા હોય છે. મારે પથરા પર્વતના મુખમાં કે બહારના ઢાઝપર પાછા પડે છે, પરંતુ વારીક રાત્રોડી ઇટલી બધી ડહે છે કે કોઈવાર ઘના મેલ ફરતું આકાશ ઊવાઈ જાય છે અને આસપાસના દેશ પર જાહું આચ્છાદન પથરાઈ રહે છે. લાવાના ઇટલે તપીને ધોળા થયેલા પીગળેલા રસના વહેળા પર્વતની વહામની વાજુએ નીચે ચાલે છે, અને તેમના માર્ગમાં જે કાંઈ પડેલું હોય છે તે પર વહી અથવા તેને બાઝી નાખી તલેટીએ આવેલાં ઘરોમાં અને વાગમાં પળ ઘૂસે છે. ઘના દિવસ કે અઠવાડી-આંસૂથી એ પ્રમાણે રહે છે, અને છેવટે જ્વાળામુખી થાકે છે કે ચાલી થાય છે તે વારે શાંત પડે છે. શાંત હોય છે ત્યારે તેમાંથી ડની વરાઝ અને તપેલા વાયુ માત્ર બહાર નીકળ્યાં કરે છે.

૨૫૯. લગભગ ૧૮૦૦ વરસ પર નેપલ્સની પહોસમાં જ્વાળા-મુખી પર્વતના જેવા આકારનો એક પહાડ હતો તેનું મોટું મુખ ક્ષાહીથી ઢંકાયેલું હતું ( આકૃતિ ૨૦ ). તેમાંથી વરાઝ, રાત્રોડી, કે રસ નીકળતો. કોઈના દીઠામાં આવ્યો ન હતો, અને યૂરોપના તે ભાગમાં કેટલાક જ્વાળામુખી છે તેવો તેને લોક ધારતા ન હતા. તેની તલેટીમાં તેમણે ગામડાં અને શહેરો વસાવ્યાં હતાં, અને એ પ્રદેશનાં સૌંદર્ય તથા સારી હવાને લીધે દ્રવ્યવાન રૂમી લોક ત્યાં

બંગલા બાંધતા. પરંતુ આજરે, ભાગ્યે જ સ્વર આપ્યા વગર, મોટા મહાકાં થઈ પર્વતનો ઝપલો ભાગ ઝડી ગયો. કેટલાક મૈલ ફરતા પ્રદેશમાં ફીળી રાજોડી ઇટલી વધી પડી કે આકાશમાં મધ્ય રાત્રિના જેટલું અંધારું થયું. દિવસે અને રાત્રિએ આસપાસના પ્રદેશમાં રાજોડી અને પથરાનો વરસાદ વરસાં કીધો; પથરા પડવાથી અથવા ઝડતી ધૂલથી રૂંધાઈને ઘણા રહેવાસીઓ મરી ગયા. પર્વત ફાટતો બંધ પડ્યો ત્યારે જે દેશ જોવાને જૂની દુનિયાના તમામ ભાગમાંથી લોકો આવતા તે દેશ ખૂબી ધૂલ અને પથરાનું માત્ર રણ દેખાતું હતું. નગરો અને ગામડાં, વાગવગીચા, અને દ્રાક્ષના માંડવા સર્વે દટાઈ ગયાં હતાં. એ નગરોમાં હકર્યુલી-



આકૃતિ ૨૦ મી.—પોમ્પીઆઈ શહેરનો નાશ થયા પહેલાંનો  
વિસુવિયસનો દેશાવ.

અને અને પોમ્પીઆઈ નામે બે વધારે પ્રસિદ્ધ હતાં. તેઓ ઇટલાં બધાં દટાઈ ગયાં કે તે સમે અગત્યનાં છતાં તેઓ ક્યાં હતાં તેના ઠામગી પણ સરત રહી નહિ, અને પંદરસેં વરસ વીત્યા કેહે અક-

સ્માત્ જડગ્રાં. એ વસ્તુથી તેમને સ્વોદી કહાડવાનું કામ જારો થયુંછે. જ્વાળામુખી પર્વતમાંથી વહેલા રસાદિના કઠળ થઈ ગયેલા ઢાંકળને સ્વોદીને જૂના શહેરપરથી સ્વસેડી નાખ્યું છે, તેથી હવે તમે છાપરાં વગરનાં ઘર, દુકાનો, નાટકશાળા, અને દેવજ્વાળી પોમ્પી-આઈ નગરીની શેરીઓમાં તમે ફરી હરી શકો, તથા અરાડસેં વર-સપર નગરવાસીઓની ગાડીઓનાં પૈડાંની બાંધેલા રસ્તાપર પહેલા કુંડા ચીલા જોઈ શકો. હાલ વસ્તીવગરના શાંત શહેરના કો-ટની પેલીમેર વિસ્તૃતિયસ પર્વત દેખાયછે, તેના મુખમાંથી ધૂમાડો નીકળ્યાં કરેછે, અને પોમ્પીઆઈ શહેર ઢૂંચી ગયું ત્યારે જે જૂનો પહાડ કડી ગયો હતો તેનો અડધો ભાગ એ મુસમાં આવી ગયોછે. ( આકૃતિ ૧૯ મી જૂઓ. )

૨૬૦. માટે જે સ્લાડા કે બાકાંમાંથી પૃથ્વીની અંદરના ઉષ્ણ પદાર્થો પૃષ્ઠપર આવેછે તે સ્લાડાનાં સ્થલ જ્વાળામુખી પર્વતથી પરચાયછે. દુનિયાના સર્વે ભાગમાં જ્વાળામુખી પર્વતો હોયછે. યૂરો-પમાં વિસ્તૃતિયસ પર્વત પેદા થયો ત્યારથી તે વત્તો ઓછો જાગરૂત છે, તે સિવાય એટના, સ્ટ્રોમ્બોલિ, અને બીજા નાના જ્વાળામુખી પર્વતો ભૂમધ્યસમુદ્રના પાત્રમાં છે, અને છેક વાયવ્ય કોણમાં આઈ-સ્લાંડના બરફ અને હિમશ્ચેત્રમાં કેટલાક જળાતા જ્વાળામુખી પર્વતો છે. અમેરિકા સ્વંડની પશ્ચિમ કોરે જે પહોડો છે તેમાં છેક છેડાસૂધી મોટા જ્વાળામુખી પહાડોની હાર છે. એશિયામાં જાવા અને આસપાસના બીજા દ્વીપોમાં તેમનો ઘાડો સમુદાય થયેલો છે, અને તેઓ જાપાન અને આલુશિઅન ટાપુમાં થઈ ઉત્તર અમેરિકાના ઉત્તર છેડા લગી ગયેલા છે. જ્વાળામુખી પર્વતો ક્યાં ક્યાં આવેલા છે તે નકશાપર જોશો તો પાસિફિક મહાસાગર તેઓથી તમામ વીંટલાયલો જણાશે.

૨૬૧. પૃથ્વીની અંદર એટલે તેના પેટામાં આ બારીઓ પહેછે તે એટલી બધી છે કે તેપરથી તેમાં અતિશય અગ્નિ ધર્મો છે એવો આપણાથી નિર્ણય કરી શકાય. વઝી આ મીતરની ઉષ્ણતાની બીજી સાબીતીઓ પળ છે. ઘણા દેશોમાં **ઝનાં ઝરણ** સપાટીપર આવેછે. હરકોઈ જ્વાલ્લામુખી પર્વતથી આપણો દેશ ઘણો દૂર છે તેમ છતાં લસુંદ્રા, દેવકી ઝનાઈ, વગેરે ઠેકાણે ઝનાં ઝરણ છે, અને તેમજ ઇંગ્લાંડની પાસે પણ જ્વાલ્લામુખી નથી તોપણ બાથ નગરમાંના કૂવાઓનું પાણી ઝરું છે ( ૧૨૦ ફા. ઉષ્ણતા ). એ પણ જણાયલું છે કે હરકોઈ દેશમાં જેમ જેમ આપણે પૃથ્વીની અંદર નીચે ઊતરતા જઈએ છીએ તેમ તેમ ઉષ્ણતા વધતી જાયછે. જેમ સ્નાન ઝંડી હોયછે તેમ નીચેના થર અને હવા વધારે ગરમ હોયછે. એજ પ્રમાણમાં ઉષ્ણતા વધતી જતી હશે તો ધક્કધક્કતા લાલચોલ્લ સ્વડકો નીચે ઘણે છેટે નહિ હશે.

૨૬૨. પરંતુ પૃથ્વીની માતરની ઉષ્ણતાથી જ્વાલ્લામુખી પર્વત અને ઝનાં ઝરણ માત્ર થાયછે એમ ન સમજશો. નક્કર મોંચ ઢોલેછે, ફાટેછે, ઊપસેછે, અથવા નીચે બેસી જાયછે. તમે **ભૂકંપ** વિષે કદાપિ સાંભળ્યું કે વાચ્યું હશે; એ આંચકા સૂંઘ જોરમાં આવેછે ત્યારે જમીન ચીરાઈ જાયછે, ક્ષાદ અને ઘર પડી જાયછે, અને સંકડો કે હજારો માણસ દટાઈ જાયછે. જે દેશોમાં જાગતા જ્વાલ્લામુખી પર્વત હોયછે તે દેશોમાં કે તેમની નજીક ભૂકંપ ઘણીવાર થાયછે. ઘણીકવાર જ્વાલ્લામુખી ફાટ્યાની તૈયારી હોયછે તેવેલા તેઓ થાયછે.

૨૬૩. જમીનના કેટલાક ભાગ ધીમે ધીમે સમુદ્રની બહાર નીકળી આવેછે; જે જમીન કે સ્વડકો ભરતીનાં પાણીથી ઢંકાઈ જતાં તેઓપર તે આવતું નથી; અને જે સ્વડકો અને તલ્લીઆપરથી પાણી કદી ઊતરી જતું નહિ તેઓ એક પછી એક પાણીની બહાર

દેખાવવા માંહે છે. તેમ વઢી કેટલાક પ્રદેશ ધીમે ધીમે પાણીમાં ઢૂવતા જાય છે. જેમ જેમ જમીનપર સમુદ્રનું પાણી ચઢતું જાય છે તેમ તેમ કાંઠાના પુસ્તા, પાઘો, અને કિનારાની બોજી જૂની નિશાનીઓ એક પછી એક સમુદ્રમાં ઢૂબી જાય છે. એમ જમીનનું ડુંગર ચઢવું કે નીચે ડૂબવું થાય છે તે પણ અંદરની ગરમીને લીધે થાય છે.

૨૬૪. આ ભિન્ન ભિન્ન વિકારોષિષે તમે વિચાર કરશો તો તમારા સમજવામાં આવશે કે એજ ખીતરની ઉષ્ણતાને લીધે પૃથ્વીના પૃષ્ઠની જમીન ટકી રહેલી છે. વરસાદ, વરફ, નદીઓ, હિમશ્વેત્રો તથા સમુદ્ર ભૂમિના પૃષ્ઠને રોજ રોજ ઓછાં કરે અને તેમના કામને રદ કરનારી કોઈ પ્રકારની ક્રિયા ન ચાલતી હોય તો આશ્ચર્ય જમીન અદૃશ્ય થવીજ જોઈએ અને સ્વરે ઘણા કાલ પહેલાં થઈ હોત. પરંતુ અંદરના તપેલા પદાર્થોની આ બઢવાન ગતિઓથી પૃથ્વીના પૃષ્ઠના કેટલાક ભાગ ડુંગરા થાય છે, અને સમુદ્રોનાં તટીઆનો કેટલોક ભાગ ડુંગરો આવી કોરો જમીન બને છે.

૨૬૫. પૃથ્વીના ગોળાપર બધે ઢેકાળે એ રીતે ઘણીવાર જમીન ડુંગરી થયેલી છે. ૨૪૯ મી કલમમાં આપણે કહી ગયા છીએ તેમ હાલના ઘણા સ્થાન હુંગરો અને સ્ત્રીઓ પ્રથમ સમુદ્રને તટીએ હતાં અને પછીથી ઉપર આવેલાં છે.

## સમાપ્તિ.

૨૬૬. છેવટે પાછલા ગાંઠોની મુખ્ય વાતોનો સાર કહીએ.

૨૬૭. આ આપણી પૃથ્વીપર નિરંતર ગતિ અને વિકાર થયાં કરે છે. એને વીંટલાયલું વાતાવરણ સદા ગતિમાં છે, અને ઉષ્ણતા, પ્રકાશ, અને વરાઢનો પ્રસાર કરે છે. સમુદ્રમાંથી અને જમીનપરના પાણીમાંથી વાતાવરણમાં વરાઢ નિરંતર જાય છે; ત્યાં તેનાં વાદળો.



વરસાદ, અને વરફ બની તે ફરીને પૃથ્વીપર આવેછે. જમીનના પૃષ્ઠપર સથલે ઠેકાણે આકાશમાંથી જે પાણી પહેલે તે નદીનાઝાંમાં થઈ સમુદ્રમાં જાયછે, અને જમીનના સ્તરી પહેલા પદાર્થોને સાગરમાં ઘસઢોઈ લઈ જાયછે. એ રીતે વાયુ, જમીન, અને સમુદ્રની વચ્ચે પાણી સદા આવજા કર્યો કરેછે. સાગરને પણ વિશ્રાંતિ નથી. તેનાં મોજાં જમીનની કોરને ધીમે ધીમે તોઢી પાડેછે અને તેનો પ્રવાહ પૃથ્વીના ગોળાપર ચારેમેર દોઢ્યાં કરેછે. કોરી જમીનપર ઘસઢાઈ ગયેલા પદાર્થો તેને તઢીએ જઈ બેસેછે અને પછી ત્યાં તેઓના સ્વઢકો બંધાયછે. એના અંતે ગ્વા દ્વીપો અને સ્વંડો બનેછે. છેલ્લે પૃથ્વીના પેટામાં ઉષ્ણતાનો બહોલો મંડાર ભરેલોછે, તે ધરતીને ધૂજાવેછે, ફાડેછે, ઝંચે લાવેછે, કે નીચે બેસાડેછે. જૂની ભૂમિ સમુદ્રમાં ઢૂબી જાયછે, અને નવી ઉપર આવેછે, અને તે વનસ્પતિ ઝગવાને, પ્રાણીઓને રહેવાને અને આપણ માણસને વસવાલાયક બનેછે.

૨૬૮. આ પૃથ્વી કોઈ છોડ કે પ્રાણીની પેઠે સજીવન નથી, તો-પણ તેને એક અર્થે જીવતી કહી શકાય. વાયુનું અને પાણીનું ભ્રમણ, સમુદ્ર અને ભૂમિની અદલાબદલી; ટૂંકામાં અનંત અને નિરંતર ગતિના જે ક્રમવઢે પૃથ્વીનું પૃષ્ઠ દિવસે દિવસે વિકાર પામેછે અને નવું થાયછે તે ક્રમને **પૃથ્વીનું જીવન** કહી શકાય.



